

Diplomarbeit

Produktion eines animierten Videos über eine dermatologische Studie

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades einer/eines
„Diplom-Ingenieurin/Diplom-Ingenieurs für technisch-wissenschaftliche Berufe“
am Masterstudiengang Telekommunikation und Medien der
Fachhochschule St. Pölten

unter der Erstbetreuung von
Dipl.Ing.(FH) Mario Zeller

Zweitbegutachtung von
Dipl.Ing. Thiemo Kastel

ausgeführt von
Marko Brammer, BSc
tm071003

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter oder einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachter/inne/n beurteilten Arbeit überein.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Zusammenfassung

Gegenstand der Diplomarbeit ist die Produktion eines Computeranimierten Videos mit dem Zweck der Visualisierung neuester medizinisch wissenschaftlicher Erkenntnisse, zum Thema Zeckenstich beim Menschen und dessen Auswirkungen auf das menschliche Immunsystem im mikrobiologischen Bereich der Haut, für Vorträge vor Fachpublikum.

In dem animierten Video soll auch die Herangehensweise zur Erlangung der Forschungsergebnisse dargestellt werden, wie die Entfernung eines festgesetzten Zecken mit medizinischen Instrumenten und die weitere Analyse, sowie Versuchen an Säugetieren. Der wissenschaftliche Kontext des Videos besteht aus aktuellen Forschungsergebnissen eines Projektes, welches vom Leiter der Dermatologischen Abteilung am Landeskrankenhaus Wr.Neustadt, Prim.Univ.-Doz.Prof.Dr. Robert Müllegger in Zusammenarbeit mit der Harvard Medical School in Boston / USA erarbeitet wurde.

Weiters beinhaltet die Arbeit eine Protokollierung der projektbezogenen Tätigkeiten rund um die Organisation und die Teamarbeit bei der Realisierung des Projektes, wie die Ideenfindung, Erstellung eines Drehbuchs, Recherche von Visualisierungen der für das Video benötigten verschiedensten Zellen und Botenstoffe im menschlichen Körper, die Erstellung eines Storyboards, sowie Beratung und direkter Kundenkontakt.

Das Projekt wurde in Form einer Gruppenarbeit mit einem Team von 4 Personen realisiert. Die Tätigkeiten der Teammitglieder wurden in Arbeitspakete aufgeteilt, wobei der Großteil meiner Verantwortung bei der Realisierung der Szenen mit Zecke als 3D Computeranimation lag.

Der Hauptteil der vorliegenden Diplomarbeit beinhaltet daher, vorwiegend meine Tätigkeiten innerhalb des Projektes, wie den Vorgang der Modellierung der Zecke mit *Softimage/XSI 7*, die Modellierung der Details und das Texturieren in *Zbrush 3.1*, Setup von *Displacement Map*, *Cavity Map*, und Texturen in *Softimage/XSI 7*, Rigging, Enveloping und Animation in *Softimage/XSI 7*, sowie Rendering mit *Mental Ray*.

Abstract

The present thesis illustrates the production of a computer animated video, with the objective of visualizing the latest medical-scientific findings on the subject of "tick bite on humans and its effects on the human immune system within the microbiological area of the dermis". The production was also presented to experts.

The video shows how the research findings were gained, how a tick can be removed with medical instruments as well as another analysis and experiments on the mammal. The video-animation is based on current research findings, which have been discovered by Prim.Univ.-Doz.Prof.Dr. Robert Müllegger, chief of the dermatology department, Wr. Neustadt, Austria - in cooperation with Harvard Medical School, Boston USA.

This thesis contains a recording of the project related work with regard to the organisation & teamwork during the development of the project, - like brainstorming, - construction of a script, - investigation of visualization of required cells and messengers in the human body, - creation of storyboard, as well as expert consultation and customer contact.

The project was realized in terms of group work with a team of four students. The project activity was divided up into different tasks. I was responsible for the implementation of the 3D computer animation, regarding the tick.

The main part of this thesis contains mainly my activities within this project like the process of modelling the tick with Autodesk Softimage/XSI 7, modelling of details and also texturing in Pixologic Zbrush 3.1, setup of displacement map, cavity map, and texture in Autodesk Softimage /XSI 7, rigging, enveloping, and animation in Autodesk Softimage /XSI 7 and rendering with mental ray.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	S 2
Zusammenfassung	S 3
Abstract	S 4
Inhaltsverzeichnis	S 5
1. Einleitung	
1.1 Forschungsfrage	S 7
1.2 Motivation	S 7
1.3 Forschungsstrategie	S 7
1.4 Gliederung des Projektes	S 8
1.5 Begriffsdefinitionen	S 8
2. Projektablauf	S 12
2.1 Erstes Treffen mit dem Kunden	S 12
2.2 Internetrecherche nach Referenzmaterial	S 12
2.3 Entwickeln von Drehbuch und Storyboard	S 13
2.4 Aufteilung in Arbeitspakete innerhalb des Teams	S 13
2.5 Vorläufige Aufnahme des Textes	S 15
2.6 Einrichten eines FTP-Servers	S 16
2.7 Modellieren in Softimage/XSI 7	S 16
2.8 Modellieren und Texturieren in Pixologic Zbrush 3.1	S 16
2.9 Rigging, Enveloping, und Animation in Softimage/XSI 7	S 16
2.10 Rendering mit Mental Ray	S 17
2.11 Compositing in Adobe After Effects CS3	S 17
2.12 Projektabnahme beim Kunden	S 17
3. Modellieren vom Low Poly Model in Autodesk Softimage/XSI 7	S 18
4. Modellieren der Details mit Pixologic Zbrush 3.1	S 20
4.1 Import des Low-Poly-Model aus Softimage/XSI in Pixologic ZBrush 3.1	S 20
4.2 Start Setup in Pixologic ZBrush 3.1	S 20
4.3 Modelling	S 21

4.4 Export von Model, Displacement Map, Cavity Map und Normal Map	S 24
5. Texturieren in Pixologic ZBrush 3.1	S 29
6. Import des 3D Modells in Autodesk Softimage/XSI 7 und Einbinden von Displacement Map, Cavity Map, Normal Map und Textur	S 21
6.1 Import des 3D Modells in Autodesk Softimage/XSI 7	S 31
6.2 Einbinden der Displacement Map in Autodesk Softimage/XSI 7	S 31
6.3 Einbinden der Normal Map in Autodesk Softimage/XSI 7	S 32
6.4 Einbinden der Cavity Map in Autodesk Softimage/XSI 7	S 32
6.5 Einbinden der Textur in Autodesk Softimage/XSI 7	S 33
7. Rigging in Softimage/XSI 7	S 34
8. Enveloping in Softimage/XSI 7	S 36
9. Animation in Softimage/XSI 7	S 38
9.1 Animation eines „Walk Cycle“ der Zecke	S 38
9.2 Import von Hautoberfläche mit Haaren	S 42
9.3 Animieren der Fortbewegung des Zecken auf der Hautoberfläche	S 43
9.4 Animieren der Kamera	S 44
9.5 Animation der Zecke und Hautstanze für Kapitel 3 des Videos	S 44
10. Rendern mit Mental Ray	S 47
11. Conclusio	S 50
Anhang	
Anhang A: Literaturverzeichnis	S 51
Anhang B: Quellenangaben aus dem Internet	S 51
Anhang C: Abbildungsverzeichnis	S 51
Anhang D: Danksagung	S 52
Anhang E: Vokabelliste für Internetrecherche	S 53
Anhang F: Drehbuch	S 54
Anhang G: Storyboard	S 59

1. Einleitung

1.1 Forschungsfrage

Wie produziere ich einen professionellen wissenschaftlichen animierten Film, von der Idee bis zur Abnahme vom Kunden, mit Hauptaugenmerk auf die Erstellung eines realistischen Modells eines Tieres mit Autodesk Softimage XSI 7 und Pixologic Zbrush 3.1, sowie dessen Animation mit Autodesk Softimage XSI 7.

1.2 Motivation

Da meine Hauptinteressen während meines Studiums an der Fachhochschule St.Pölten im Bereich der Postproduktion und 3D-Animation lagen, habe ich mich sofort nach der Ausschreibung dieser Diplomarbeit dazu entschlossen, an diesem Projekt teilzunehmen. Durch den realen Projektauftrag eines Kunden, ist eine professionelle Arbeit abzuliefern, was für mich einen weiteren Motivationsfaktor darstellte. Weiters stellt die Teilnahme an diesem Projekt vor bestimmte Herausforderungen, dessen Bewältigung für weitere Arbeiten an professionellen Projekten im Bereich 3D-Animation von großem Vorteil ist.

1.3 Forschungsstrategie

Die Diplomarbeit wurde unter Anweisung von Prim.Univ.-Doz.Prof.Dr. Robert Müllegger, welcher als Kunde zu sehen ist, und den gesamten Kontext des Videos vorgab, erarbeitet. Erkenntnisse aus einem Forschungsprojekt vom Kunden sollen bildlich in Form eines Computeranimationsfilms dargestellt werden um bei Vorträgen vor Fachpublikum als visuelle Unterstützung zu dienen. Für die Realisierung des Projektes werden für die 3D-Animationen die Programme Softimage/XSI 7 von Autodesk, sowie Zbrush 3.1 von Pixologic und für die 2D-Animation, After Effects CS3 und Photoshop CS3 von Adobe verwendet. Für den gesprochenen Text im Video, der die Bilder dokumentiert, wird ein professioneller Sprecher engagiert.

Das Projektteam wird aus 4 Studenten des Diplomsemesters im Masterstudiengang für Medientechnik und Telekommunikation an der Fachhochschule St.Pölten gebildet. Für das Projektmanagement und das Teammanagement ist einer der Teammitglieder verantwortlich gewesen und die technische Umsetzung ist in Arbeitspaketen an die weiteren 3 Teammitglieder aufgeteilt.

Da es sich bei den darzustellenden Objekten größtenteils um Zellen und Botenstoffe im mikrobiologischen Bereich handelte, ist eine regelmäßige Abnahme durch den Kunden notwendig gewesen um anatomisch korrekt zu arbeiten.

Da aufgrund großer räumlicher Entfernung der Teammitglieder eine einfache Möglichkeit benötigt wurde um größere Datenmengen innerhalb des Teams auszutauschen, wurde ein FTP Server eingerichtet.

1.4 Meilensteine im Projektablauf

- Erstes Treffen mit Kunden
- Story gemeinsam mit dem Kunden entwickeln
- Recherche von Referenzmaterial im Internet von Zellen und Botenstoffen
- Drehbuch und Storyboard entwickeln
- Aufteilung des Projektes in Arbeitspakete für die Teammitglieder
- Aufnahme des Off-Textes für das Timing
- Modellieren der benötigten 3D-Elemente in Softimage/XSI 7 und Zbrush 3.1
- Animieren der 3D-Objekte in Autodesk Softimage/XSI 7
- Erstellen der 2D-Animationen in Adobe After Effects
- Texturieren der 3D Objekte mit Zbrush 3.1
- Compositing in Adobe After Effects CS3
- Kundenkontakte

1.5 Begriffsdefinitionen

Modelling

Im Zusammenhang mit 3D-Animation versteht man unter modelling, dass modellieren der 3D-Objekte in einer geeigneten Software, durch transformieren, skalieren, rotieren und duplizieren von Polygonen, Edges und Vertices.

Polygon

Ein *Polygon* ist eine geschlossene geometrische Form mit 3 oder mehr Seiten.(Giambruno, 2002, S 538). Ein *Polygon* erhält man, indem man mindestens drei voneinander verschiedene Punkte in einer Zeichenebene durch Strecken so miteinander verbindet, dass eine geschlossene Figur entsteht.
(www.mathepedia.de/Polygone.aspx , 2009.12). Im 3D-Programm besteht das Drahtgittermodell des erstellten Objektes aus einzelnen *Polygonen*.

Edges

Als *Edges* werden im Zusammenhang mit 3D-Animation, die Grenzlinien eines *Polygons* bezeichnet. Sozusagen die Linien welche die einzelnen Punkte miteinander verbinden. (Giambruno, 2002, S 526)

Vertices

Vertices ist die Mehrzahl von Vertex. Ein Punkt im 2D oder 3D Raum, der die Grenze und die Position von *Polygonen* und *Edges* beschreibt. Beim Modellieren mit 3D Software wird der Begriff *Vertices* für die einzelnen Punkte eines Objektes die manipuliert werden verwendet. (Giambruno, 2002, S 545)

Rigging

Als *Rigging* wird das Erstellen eines Skelettes aus Knochen und Gelenken für ein 3D Objekt im 3D Programm bezeichnet.

Um das Objekt später animieren zu können, muss bereits beim *Rigging* auf die Achsen und Winkel der Beweglichkeit der Gelenke geachtet werden.

Enveloping

Enveloping ist das Vereinigen von einem 3D-Objekt mit einem Skelett im 3D Programm. Hier ist meist noch eine Modifikation der Zuweisung einzelner Punkte des 3D Objektes zum jeweiligen Knochen vorzunehmen.

Displacement Map

Wird auch *Deformation Map* genannt und ist ein Graustufenbild, welches an einem 3D-Objekt angewendet wird um es zu deformieren. Diese Deformationen werden anhand der Grauwerte des Bildes berechnet. (Giambruno, 2002, S 525)

Compositing

Beim *Compositing* wird unterschiedliches Ausgangsmaterial, wie 2D Bilder, Video, oder Sounddateien, in Schichten, den so genannten *Layern*, überlagert, bearbeitet und mit Effekten versehen und zu einem nahtlosen Bild oder einer Bildsequenz zusammengefügt und beim abschließenden *Rendern* als Videodatei ausgegeben. (www.dma.ufg.ac.at/app/link/Grundlagen:Video.Postproduction/module/4701 , 2009.12.)

Rendern

In Bezug auf 3D-Animation, bezeichnen wir als *rendern*, den komplexen Prozess bei der Verarbeitung der Daten von computergenerierten 3D Modellen zu realen 2D Bildern. Sozusagen eine realistische Darstellung von reellen Objekten. Den Prozeß kann man grob in vier Abschnitte einteilen: Die Errechnung der Eckpunkte der Objekte und eines Drahtgittermodells, auf das dann Flächen aufgebracht werden. Danach wird das einfallende Licht berechnet. In einem dritten Schritt werden auf die Objekte Texturen gemappt. Im letzten Schritt werden zusätzliche Effekte wie etwa Reflexionen aufgebracht. (www.hardwarejournal.de/hardware-glossar-grafik.htm ,2009.12.)

RayTracing

Unter *Raytracing* versteht man im Bereich der 3D-Computeranimation, die Berechnung von simulierten Lichtstrahlen und Reflexionen. Eine computergenerierte 3D-Szene wird mittels *raytracing* erst richtig photorealistisch, weil nicht nur die simple Darstellung eines Drahtgittermodelles ausreicht, sondern auch Reflexionen und Schatten eine wichtige Rolle bei der optischen Wahrnehmung spielen. Bei den meisten gebräuchlichen professionellen 3D-Programmen ist die Möglichkeit zum

Einbinden externer *RayTracer* vorhanden, da es für verschiedene Anwendungen in unterschiedlichen Einsatzgebieten, wie Spiele oder Film, spezielle *RayTracer* gibt. (www.traum-projekt.com/?id=305 , 2009.12).

Shading

Shading bedeutet, dass die Farbwerte *gerenderter* Flächen abhängig von ihrer Position zur Lichtquelle angepasst werden. Beim *Flat Shading* erhält jede Fläche einen einheitlichen Farbwert, während beim *Gouraud Shading* die Entfernung zur Lichtquelle mit eingerechnet wird. Beim *Phong Shading* wird der angepaßte Farbwert für jeden Pixel einzeln errechnet. Dies ist mit herkömmlicher Hardware allerdings noch nicht in Echtzeit möglich. (www.hardwarejournal.de/hardware-glossar-grafik.htm ,2009.12.)

Texturing

Bedeutet im Bereich der 3D Animation, das Texturieren von Objekten bzw. *Polygonen* mittels einer *Texture Map*. Dies ist ein gerastertes, gescanntes oder gemaltes Bild, welches dem Material im 3D-Programm einzigartige Qualitäten verleiht, die mit einfachen Oberflächeneinstellungen nicht möglich sind. (Giambruno, 2002, S 544)

Low-Poly-Model

Als *Low-Poly-Model*, wird ein 3D-Objekt bezeichnet, welches aus einer relativ geringen Anzahl von *Polygonen* besteht und daher auch keine feinmodellierten Details enthält.

2. Projektablauf

2.1 Erstes Treffen mit dem Kunden

Beim ersten Treffen mit dem Kunden, Hr. Prim.Univ-Doz.Prof. Dr. Robert Müllegger, Leiter der Dermatologischen Abteilung des Landesklinikums Wiener Neustadt am 9. Oktober 2008, wurde uns der Sachverhalt der zu visualisierenden Forschungsergebnisse erklärt und ein erstes Konzept für die Produktion des Videos erstellt. Gemeinsam wurde dem Kunden in beratender Funktion, die technischen Möglichkeiten erklärt und wie ein dramaturgischer Spannungsbogen, den Inhalt betreffend aufgebaut werden könnte. Dieses erste Konzept wurde vorort niedergeschrieben und enthielt eine sehr grobe Beschreibung des zu erstellenden Videos.

2.2 Internetrecherche nach Referenzmaterial

Die für das *Modelling* benötigten Bilder von Querschnitten durch Hautschichten, wurden aus Büchern vom Kunden zur Verfügung gestellt. Für die übrigen Objekte die im Video dargestellt werden sollten, wie die Zecke (*Ixodes Ricinus*) und verschiedenste Zellen und Botenstoffe, bekamen wir vom Kunden eine Liste mit etwa 50 medizinischen Namen von Molekülen, Zellen und Proteinen, zu welchen wir Bildmaterial recherchieren sollten.

Wir teilten diese Liste unter den Projektmitgliedern auf und jeder suchte zu seinem Teil der Vokabelliste, visuelles Referenzmaterial aus dem Internet.

Leider erwies sich dieser Aufwand im folgenden als größtenteils sinnlos, da im finalen Video dann doch nur sehr wenige der ursprünglich recherchierten Bildvorlagen Verwendung fanden.



Abb.1: Interleukin 8

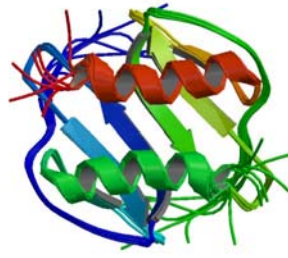


Abb.2: CXCL1



Abb.3: CCL3



Abbildung 4: TH1 Zellen

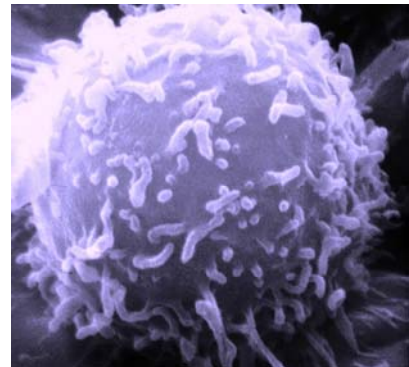


Abbildung 5: TH2 Zellen

Die Vokabelliste für die Recherche der Bilder finden sie im Anhang E dieser Arbeit.

2.3 Entwickeln von Drehbuch und Storyboard

In die Entwicklung des Drehbuchs und Storyboards war ich nicht involviert, dieses wurden von anderen Teammitgliedern erstellt. Als Drehbuch bekamen wir vom Kunden den Text, welchen er im dokumentarischen Stil zum Video gesprochen haben wollte. Dieser Text diente als Drehbuch, daraus wurde in weiterer Folge ein Storyboard entwickelt.

Das Drehbuch finden sie im Anhang F der vorliegenden Arbeit.

Das Storyboard finden Sie im Anhang G der vorliegenden Arbeit.

2.4 Aufteilung in Arbeitspakete innerhalb des Teams

Da es sich bei dem Projekt um eine Teamarbeit handelte, war es notwendig die Arbeit so aufzuteilen, dass die Kompetenzen der Teammitglieder voll ausgenutzt wurden.

Hierfür wurde anhand des Storyboards definiert, wer für welche Arbeiten zuständig ist.

Das Projektteam bestand aus folgenden Mitgliedern:

Wolf Martin BSc	-	Projektleiter
Wenderlich Simon BSc	-	Projektmitarbeiter
Lurger Harald BSc	-	Projektmitarbeiter
Brammer Marko BSc	-	Projektmitarbeiter

Die Arbeiten an dem Projekt wurden in folgenden Zuständigkeitsbereichen unter den Teammitgliedern aufgeteilt:

a) Wolf Martin BSc:

- Konzepterstellung,
- Kundenkontakt,
- Projekt- und Terminkoordination
- Storyboard
- Internetrecherche nach Referenzmaterial
- Proteine modellieren
- Intro Kapitel 1
- Slideshow in Kapitel 3
- Off-Text mit Sprecher aufnehmen
- Abspann

b) Wenderlich Simon BSc

- Konzepterstellung
- Server für Datentransfer einrichten
- Storyboard
- Internetrecherche nach Referenzmaterial
- Bilder aus Büchern vom Kunden digitalisieren
- Hautoberfläche mit Haaren modellieren
- Innere Hautschichten und Blutgefäße modellieren und animieren

- Proteine modellieren
- Biopsy Punch modellieren und shaden
- 3D und 2D Animation Kapitel 4
- DVD Authoring und Coverdesign

c) Lurger Harald BSc

- Konzepterstellung
- Server für Datentransfer einrichten
- Storyboard
- Internetrecherche nach Referenzmaterial
- Proteine modellieren
- 2D Animation Kapitel 3
- Diagramme Animation Kapitel 3
- Abspann

d) Brammer Marko BSc

- Konzepterstellung
- Internetrecherche nach Referenzmaterial
- Zecke modeling, rigging, enveloping, texturieren, animieren
- Mundwerkzeuge des Zecken modelling, rigging, enveloping, animieren
- Hautoberfläche und Haare erstellen
- 3D Animation Kapitel 1
- 3D Animation Kapitel 3

2.5 Vorläufige Aufnahme des Textes

Um eine zeitliche Orientierung für die einzelnen Szenen zu erhalten, wurde von einem der Teammitglieder der Text vorläufig selbst gesprochen. Die Aufnahmen fanden in der Fachhochschule St.Pölten im Audiostudio statt.

2.6 Einrichten eines FTP-Servers

Da es aufgrund der räumlichen Entfernung der einzelnen Teammitglieder notwendig war größere Datenmengen relativ schnell auszutauschen, wurde von einem der Teammitglieder ein FTP-Server eingerichtet. Diese Variante des Datenaustauschs schien uns am geeignetsten zu sein, da er mit Freeware wie beispielsweise *Filezilla*, sehr einfach und schnell funktioniert.

Es wurde folgende einfache Ordnerstruktur am Server erstellt:

- Je ein Ordner mit den Namen der Teammitglieder
- Ein Ordner für XSI Dateien
- Ein Ordner für Grafiken
- Ein Ordner für Dokumente
- Ein Ordner für Audiofiles

2.7 Modellieren in Autodesk Softimage/XSI 7

Das Modellieren des *Low-Poly-Model* wurde mit Autodesk Softimage/XSI 7 gemacht. In Kapitel 3 dieser Arbeit wird dieser Arbeitsvorgang im Detail erklärt.

2.8 Modellieren und Texturieren in Pixologic ZBrush 3.1

Ein weiterer Teil innerhalb der Grafikpipeline, war das *Modelling* der Details der 3D Objekte und das *Texturing* mit Pixologic ZBrush 3.1. Dieser Vorgang und die Einstellungen für den reimport in Autodesk Softimage/XSI 7 werden in Kapitel 4 genau beschrieben.

2.9 Rigging, Enveloping, und Animation in Softimage/XSI 7

Das *Rigging*, *Enveloping* und Animieren des Zecken wurde mit Autodesk Softimage/XSI 7 gemacht. In Kapitel 5 dieser Arbeit wird dieser Arbeitsvorgang im Detail erklärt.

2.10 Rendering mit Mental Ray

Das *Rendering* der 3D Szenen wurde mit der in Autodesk Softimage/XSI 7 integrierten *Render Engine*, Mental Ray durchgeführt. Die genauen Einstellungen für das *Rendern* mit Mental Ray, werden in Kapitel 10 erklärt.

2.11 Compositing mit Adobe After Effects CS3

Die einzelnen *Passes* und Szenen die aus Autodesk Softimage/XSI 7 *gerendert* wurden, sind zum Zeitpunkt dieser schriftlichen Arbeit als Bildsequenzen verfügbar. Die 3D und 2D Animationen werden mit Adobe After Effects CS3, innerhalb einer Komposition zum fertigen Video zusammengefügt. Dieser Teil des Projektes, wurde bis dato noch nicht realisiert, da zum Zeitpunkt dieser schriftlichen Arbeit noch nicht alle Teile des Videos finalisiert waren.

2.12 Projektabnahme beim Kunden

Die Abnahme des finalen Videos beim Kunden ist zum Zeitpunkt dieser schriftlichen Arbeit noch nicht erfolgt. Das Projekt wird von allen Teammitgliedern bis zum endgültigen Projektabschluss und zur vollen Zufriedenheit des Kunden weiterbegleitet.

3. Modellieren vom Low-Poly-Model in Autodesk Softimage/XSI 7

Erster Schritt nach Erstellen eines neuen Projektes in Softimage/XSI 7, war das Bilden einer würfelförmigen Geometrie aus *Polygonen* als Ausgangsobjekt. Dieser Würfel wurde durch löschen von *Polygonen* entlang der Y Achse halbiert, um später mittels des Befehl *Symmetrize Polygons* im *Modeling-Modus*, im Menü *Modify* → *Poly.Mesh*, einen symmetrischen Körper zu erhalten. Ein angenehmer Nebeneffekt bei dieser Methode des *Modelling* ist, dass man nur eine Hälfte des Objektes modellieren muss, was eine enorme Zeitersparnis mit sich bringt. Diese Methode lässt sich bei fast allen organischen Körpern anwenden.

Bevor jedoch mit dem *Modelling* begonnen wurde, war das Setup der virtuellen Kamera vorzunehmen, welche auf das Format PAL/16:9/SD eingestellt wurde. Weiters sind drei Bilder - eine Frontansicht, eine Ansicht von unten und eine Ansicht von oben von realen mikroskopischen Fotografien eines Zecken, welche zuvor recherchiert wurden, im *Rotoscopy-Modus*, als Hintergrundbilder der Szene in die jeweils passenden Ansichten geladen worden.

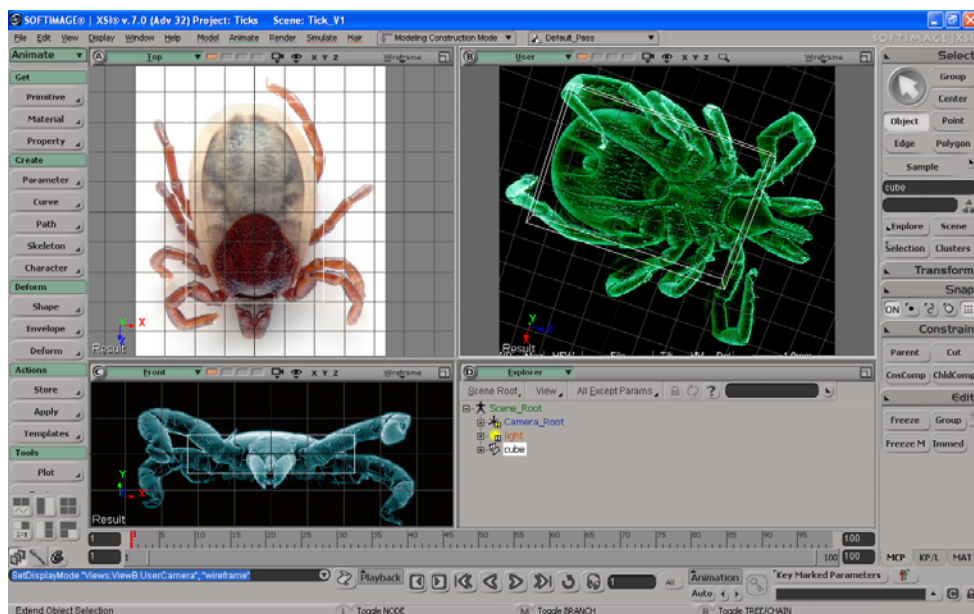


Abbildung 6: Bildvorlagen als Hintergrund im *Rotoscopy Modus*

Anhand dieser zur Vorlage dienenden Bilder, wurde begonnen den Würfel durch teilen und hinzufügen von *Edges*, sowie duplizieren, skalieren und transformieren von *Polygonen*, ein *Low-Poly-Model* eines Zecken zu modellieren.

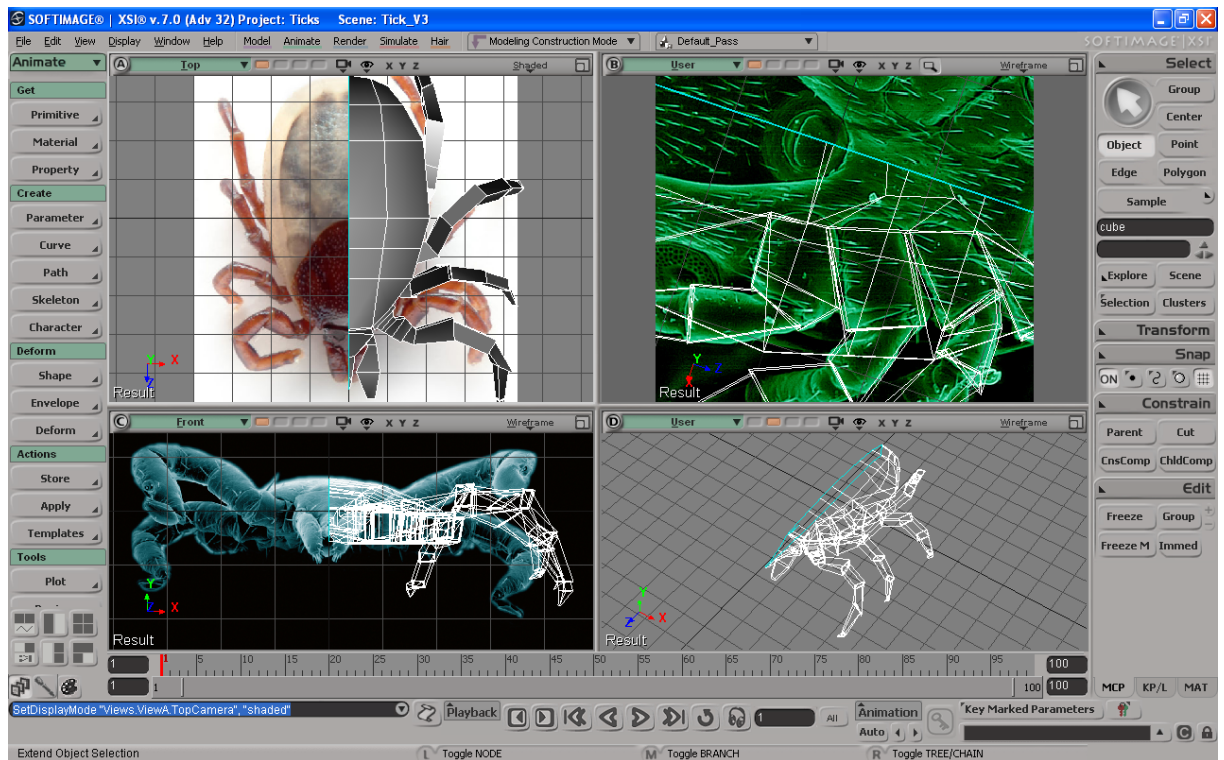


Abbildung 7: Ansicht von Modeling des Low-Poly-Model in Autodesk Softimage/XSI 7

Um das modellierte 3D-Objekt im nächsten Arbeitsschritt der Grafikpipeline mit Pixologic ZBrush 3.1 weiter zu bearbeiten, musste das Modell als *OBJ* Datei exportiert werden. Dies funktioniert in Softimage, einfach über den Menüpunkt *Export* → *OBJ*.

4. Modellieren der Details mit Pixologic ZBrush 3.1

4.1 Import des Low-Poly-Model aus Autodesk Softimage/XSI 7 in Pixologic ZBrush 3.1

Der Import der aus Autodesk Softimage/XSI 7 exportierten *OBJ* Datei, funktioniert in Pixologic ZBrush 3.1 über den Menüpunkt *Open Model (ZTL or OBJ)* am Startbildschirm.

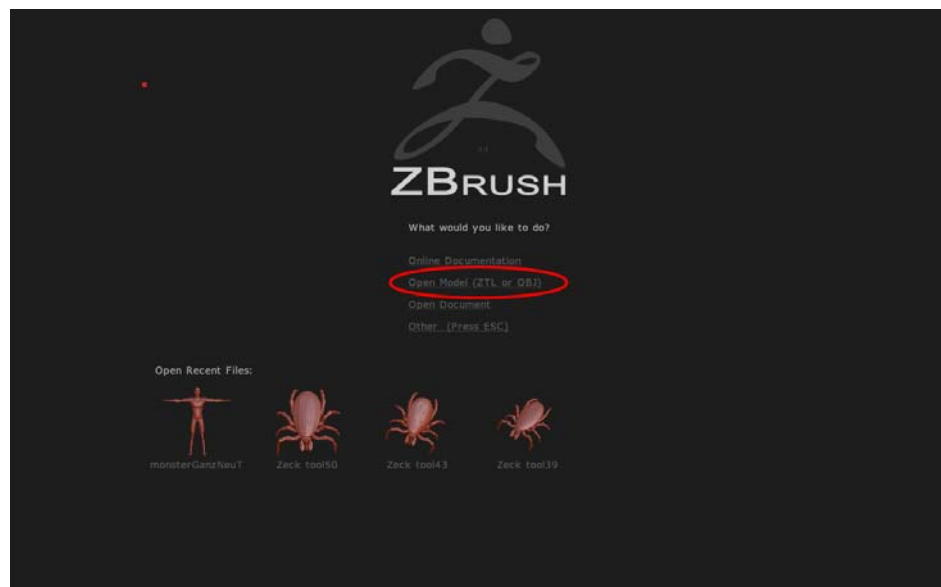


Abbildung 8: Startbildschirm von Pixologic ZBrush 3.1. Markierung für Import von *OBJ*

4.2 Start Setup in Pixologic Zbrush 3.1

Nach erfolgreichem Import der *OBJ* Datei ist es sinnvoll, als ersten Schritt, diese ursprüngliche Form des Modells durch den *Store Morph Target* Befehl zu speichern. Dies hat den Vorteil, dass nach allen Veränderungen des Objektes durch modellieren und Vervielfachung der *Polygone* durch Unterteilung in höhere *Subdivision Levels*, wieder auf das ursprüngliche Ausgangsobjekt gewechselt werden kann. Dies geschieht durch den *Switch* Befehl im *Morph Target* Menü.

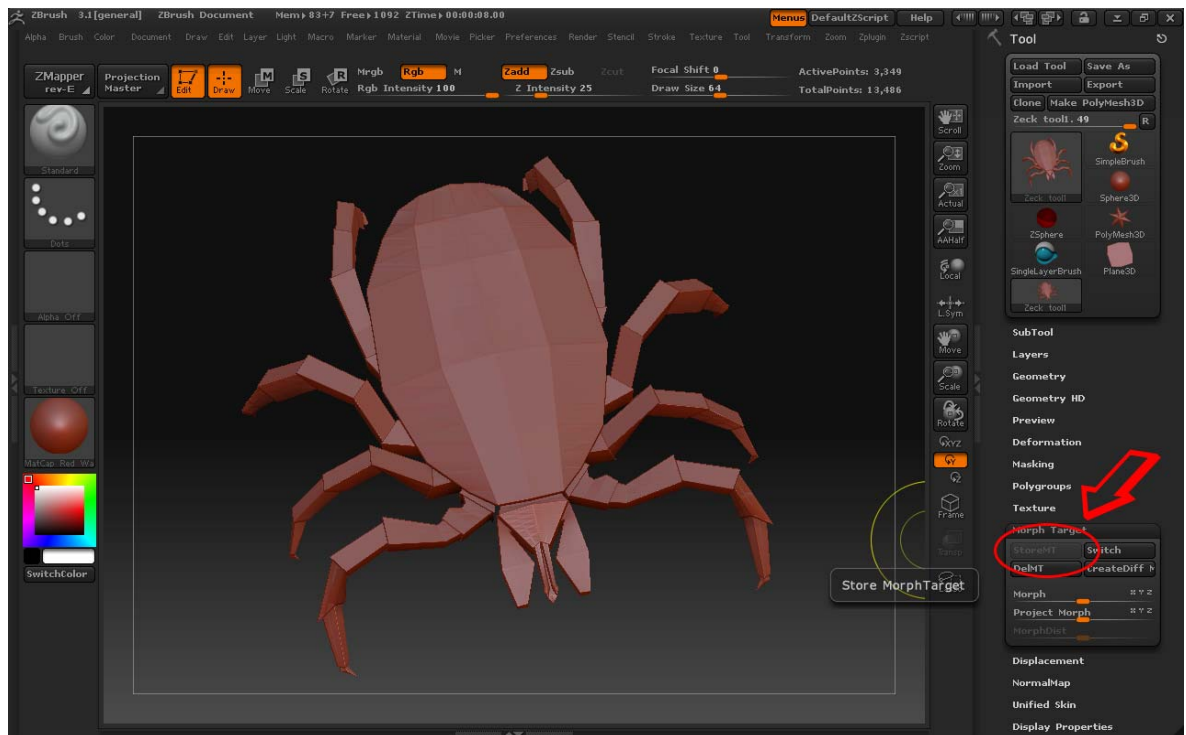


Abbildung 9: Importierte OBJ Datei, der Button *Store Morph Target* ist markiert

Im niedrigsten *Subdivision Level* konnte eine *Displacement-Map* aus dem *Low-Poly-Modell* erstellt werden, welche die gesamten Informationen der modellierten Details im höchsten *Subdivision Level* enthielt. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass mit dem *Low-Poly-Model*, zum Beispiel zeitgleich in anderer Software am exakt selben Objekt, das *Rigging* und *Enveloping* des 3D Modells vorgenommen werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, die Einsparung an Rechenleistung der Hardware, wenn mit einem *Low-Poly-Model* gearbeitet wird. Die feinen Details sind nur im *gerenderten* Bild zu sehen, sie beeinträchtigen die Leistung des technischen Systems während des Arbeitens somit nicht. Das genaue Setup für das Erstellen einer solchen *Displacement Map* wird in Kapitel 4.4 genau erklärt.

4.3 Modelling

Das Modellieren in Pixologic ZBrush 3.1 erfolgte durch Transformation der *Polygone*. Mit dieser Software funktioniert das im Prinzip wie zeichnen im 3 Dimensionalen Raum. Als Eingabegerät eignet sich am besten ein Grafiktablett in Verbindung mit der Tastatur. Die Vorteile eines Grafiktablets anstatt einer Maus, sind vor allem die

Druckstufensensibilität des Grafikpens und die Genauigkeit mit der gearbeitet werden kann. Pixologic ZBrush 3.1 hat alle Funktionen des Grafiktablets voll unterstützt. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten den virtuellen Pinsel zu modifizieren, wie beispielsweise durch eine große Auswahl an verschiedenen Malwerkzeugen, Stricharten und Alphavorlagen, sowie die Option, solche selbst in ZBrush 3.1 auf relativ einfache Art und Weise zu erzeugen.



Abbildung 10: Die Möglichkeiten der Pinselauswahl in Pixologic ZBrush 3.1



Abbildung 11: Die Auswahl der verschiedenen Alphavorlagen in Pixologic ZBrush 3.1

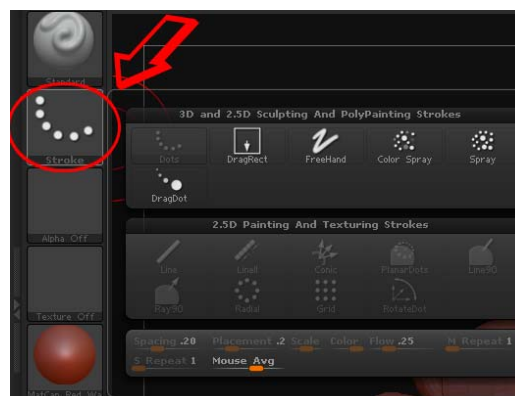


Abbildung 12: Auswahl der verschiedenen Stricharten in Pixologic ZBrush 3.1

Eine weitere wichtige Funktion der Software ist die Möglichkeit der Einstellung, wie stark beim Modellieren, die Deformation in der Z-Ebene sein soll. Diese Einstellung wird durch einen Schieberegler am Arbeitsplatz vorgenommen und ist als *Z Intensity* bezeichnet.

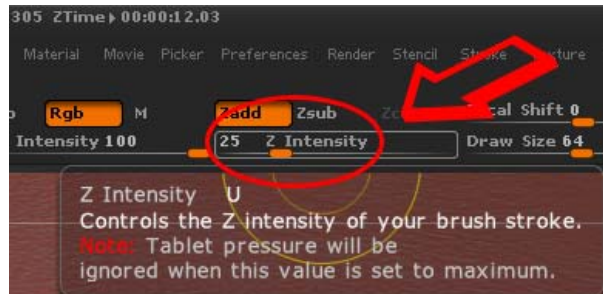


Abbildung 13: Einstellen der *Z Intensity* in Pixologic ZBrush 3.1

Größere Veränderungen der Geometrie, wie bei den Beinen oder beim Schild des Zecken wurden im ersten Subdivision Level gemacht, je feiner die Details modelliert wurden, desto höher war der *Subdivision Level* in dem gearbeitet wurde. Die feinsten Details wurden im *Subdivision Level 6* gemacht, in dem das Modell bereits aus über 3,4 Millionen *Polygonen* bestand. Das ursprünglich importierte *Low-Poly-Model* aus Softimage XSI 7 bestand, im *Subdivision Level 1* aus nur ca. 3300 Polygonen.

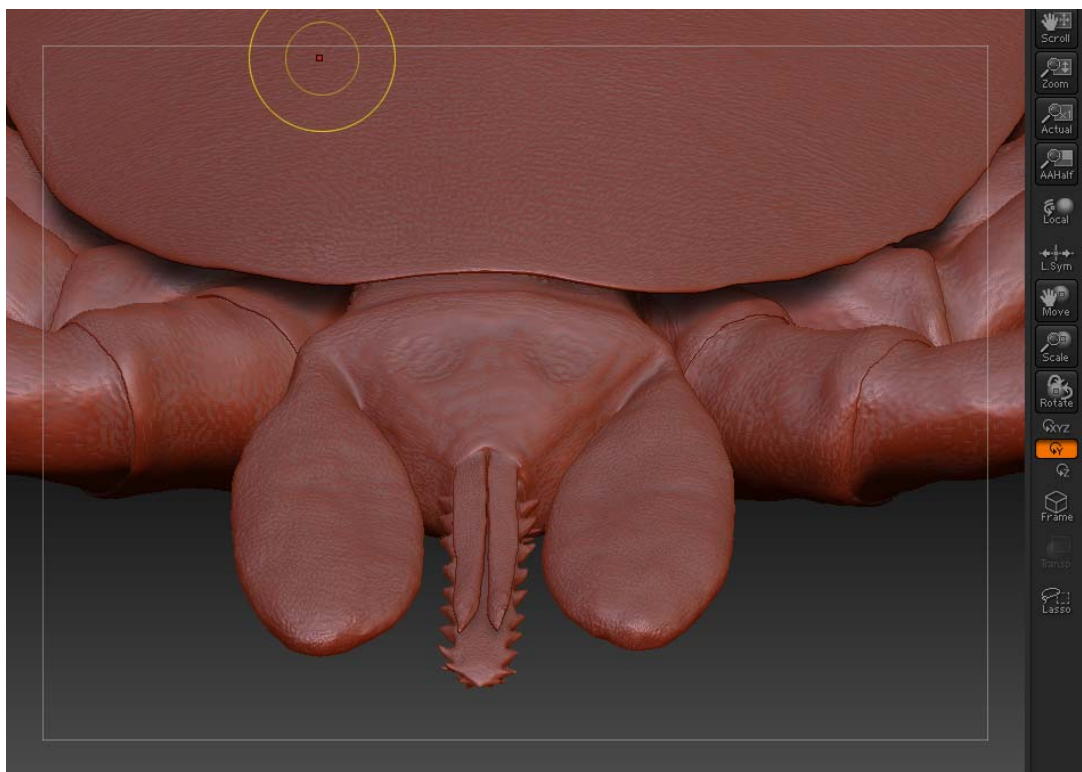


Abbildung 14: Close Up der Zecke im *Subdivision Level 6* mit über 3,4 Mio Polygonen

Da das Modellieren nicht innerhalb einer Arbeitssitzung abgeschlossen werden konnte, ist es notwendig gewesen zwischendurch zu speichern. Pixologic ZBrush 3.1 bietet mehrere Dateiformate zum Speichern an, wichtig ist jedoch, dass das Objekt während der Bearbeitung immer als *Zbrush Tool*, im Softwareeigenen *ZTL* Dateiformat gespeichert wird, um alle Optionen der Bearbeitung und vor allem die *Subdivision Levels* beim nächsten öffnen der Datei wieder herzustellen. Das *OBJ* und *ZDOC* Dateiformat enthalten diese Informationen nicht.

4.4 Export von Modell, Displacement Map, Cavity Map und Normal Map

Model

Da es im Fall meiner Arbeit nicht notwendig war, das ursprünglichen *Low-Poly-Model* aus Softimage/XSI 7 weiterzuverwenden, wurde das fertig modellierte 3D Modell, aus Pixologic Zbrush 3.1, im *Subdivision Level 1* (ca. 3300 Polygone), im *OBJ* Dateiformat exportiert. Dies funktionierte über den Menüpunkt Export. Das *Subdivision Level 1*, in welchem das 3D Modell die geringste Anzahl an *Polygonen* hat, wurde für den Export gewählt, um bei der Animation in Softimage/XSI 7 die Rechenleistung der Hardware weniger zu beeinträchtigen. Die fein modellierten Deformationen am Modell werden anhand einer *Displacement Map* exportiert.



Abbildung 15: Export des 3D Modells aus Pixologic Zbrush 3.1 im *OBJ* Dateiformat

Für die 3D Animation vom Teammitglied Simon Wenderlich in Kapitel 1 des Videos, in welchem der Stachel des Zecken, im Querschnitt der unteren Hautschichten und Gefäße zu sehen ist, wurden nur deren Mundwerkzeuge benötigt und daher extra exportiert. Durch gleichzeitiges halten von "Strg" und "Shift" auf der Tastatur und aufziehen eines Vierecks mit der Maus, konnte alles außerhalb dieses Fensters unsichtbar gemacht werden. Der nun sichtbare Teil des 3D Modells wurde dann als

eigenes Objekt im *OBJ* Dateiformat einmal im *Subdivision Level 2* als *Low-Poly-Model* und einmal im *Subdivision Level 6* als *High-Poly-Model* exportiert.

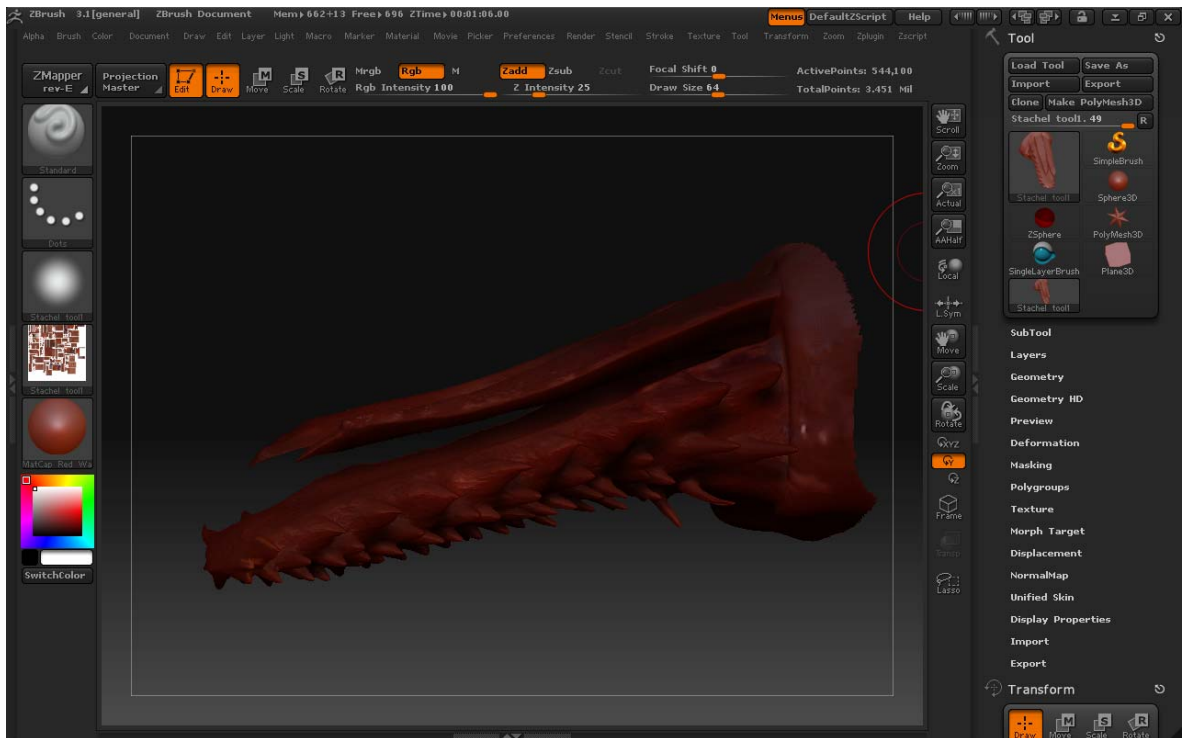


Abbildung 16: Stachel des Zecken für Export als *OBJ* Datei

Displacement Map

Der Erste Schritt vor der Erstellung diverser *Maps* bestand darin, ein *UV-Layout* des 3D Modells zu generieren. Dieses Layout wurde in Pixologic Zbrush 3.1 durch aktivieren von UV und den Befehl *Group UV Tiles*“ erstellt. Der Befehl kann nur im niedrigsten *Subdivision Level* ausgeführt werden.



Abbildung 17: Festlegen des *UV-Layout* im *Texture Menü* → *GUVTiles*

Die Erstellung und der Export der *Displacement Map* wurde mit dem *Plugin MULTI Displacement 3*, welches in der Version 3.1 der Software ZBrush von Pixologic bereits enthalten ist, vorgenommen. Bei Verwendung einer älteren Version, kann das *Plugin*, gratis von der Pixologic Homepage heruntergeladen werden.

Im Hauptmenü des *Plugins* wurde die Größe der *Map* auf 2048 x 2048 festgelegt und die Qualität der *Map* durch anheben des *DPSubPi* Wertes von 0 auf 2 gesteigert.

Im *Export Option* Menü wurden folgende Einstellungen gewählt.



Abbildung 18: *Export Options* vom *Plugin, MULTI Displacement 3*

Cavity Map

Erster Schritt war das Erstellen einer neuen Textur, im *Texture* Menü, im Format 2048 x 2048. Die *Cavity Map* wurde mit dem in Pixologic ZBrush 3.1 integrierten *Plugin ZMapper* generiert. Es wurden folgende Einstellungen im Menü *Normal & Cavity Map* vorgenommen.

- Wert von *Samples* um 2 Stufen erhöht
- Wert von *Subdivide* um 2 Stufen erhöht
- Wert von *Cavity Intensity* im mittleren Intensitätsbereich festgelegt



Abbildung 19: ZMapper Einstellungen für das Generieren der Cavity Map

Für das Berechnen einer so detaillierten *Cavity Map* benötigte der Computer ca. 10 Minuten. Nach Verlassen des *ZMapper Plugins*, war die neu generierte *Cavity Map* als Textur verfügbar und konnte über das *Texture Menü* exportiert werden.



Abbildung 20: Cavity Map als Textur

Normal Map

Für das Generieren einer *Normal Map* wurde zuerst eine neue Textur im Format 2048 x 2048 erstellt. Im *ZMapper Plugin* wurden folgende Einstellungen vorgenommen:

- Wert von *PostSmooth Normals* auf das Maximum erhöht
- Wert von *..on UV seam..* betreffend die *Normals* auf das Maximum erhöht
- Wert von *PostSmooth Tangents* auf das Maximum erhöht
- Wert von *..on UV seam..* betreffend die *Tangents* auf das Maximum erhöht

- Wert von *Modus* um 3 Punkte erhöht
- Für die Polygeometrie wurde *Use Tris: 123 & 301* gewählt

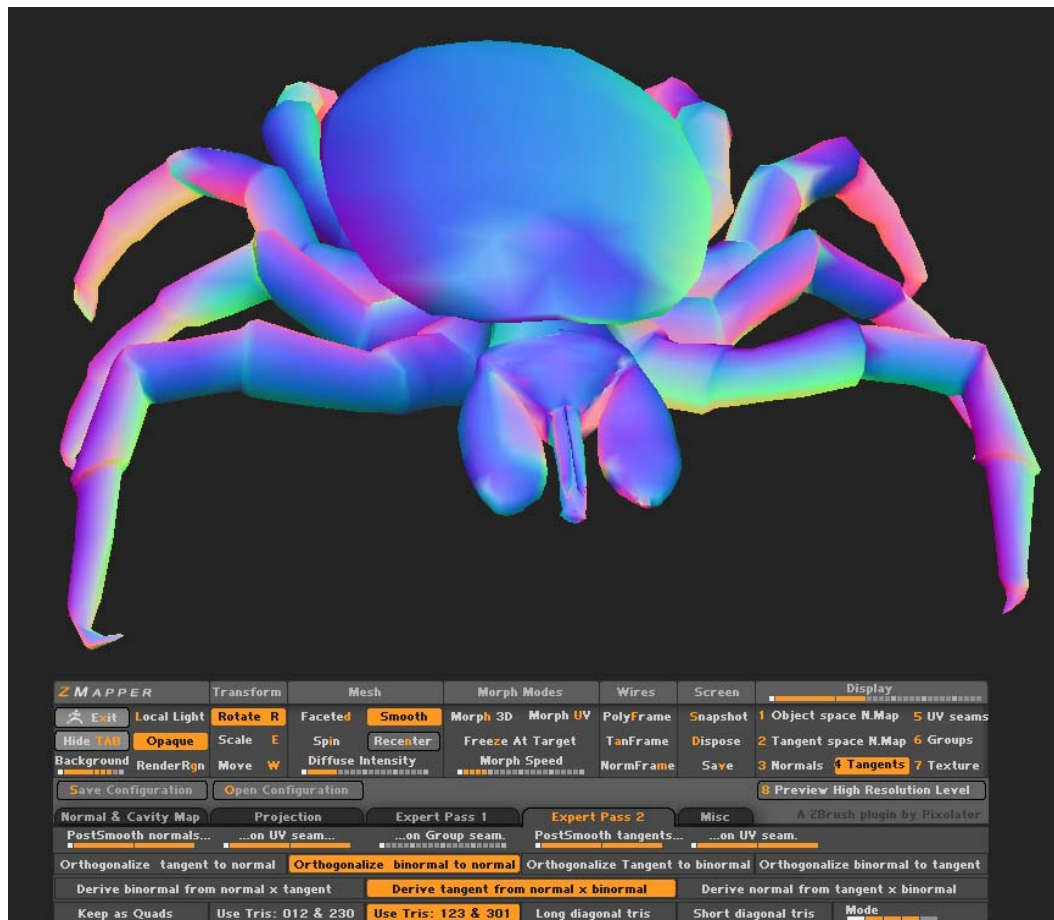


Abbildung 21: Erstellen der *Normal Map* mit dem ZMapper Plugin

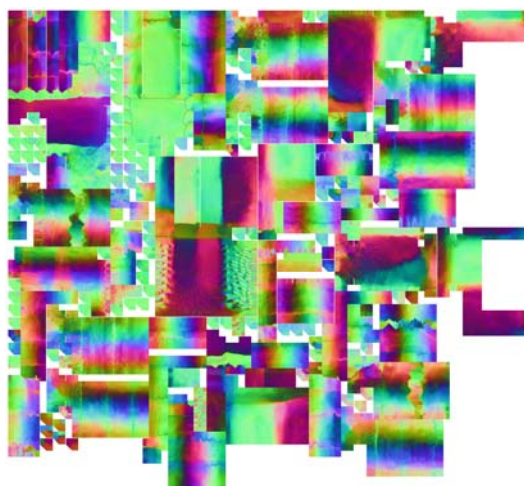


Abb.22: *Normal Map* als Textur gespeichert

5. Texturieren in Pixologic ZBrush 3.1

Erster Arbeitsschritt war im Texturmenü von Pixologic ZBrush 3.1 eine neue Textur im Format 2048 x 2048 zu generieren.

Das Texturieren des fertig modellierten 3D Modells eines Zecken wurde in Pixologic ZBrush 3.1, mittels des integrierten *Plugins Projection Master* vorgenommen. Um zusätzlich Bilder in die Software zu laden und als Textur zu integrieren, wurde das Plugin *Image Plane 3* verwendet, welches von *ZBrushCentral*, der *ZBrush Online Community* gratis heruntergeladen wurde.

(<http://www.zbrushcentral.com/zbc/showthread.php?t=46396>)



Abb.23: Image Plane im Textur Menü



Abb.24: Image Plane 3 Plugin

Im *Projection Master* sind die Möglichkeiten zur Auswahl zahlreicher Modifikationen von Stricharten und Alphavorlagen, sowie verschiedene Farbpaletten und die Intensität der aufgetragenen Farben vorhanden.

Zuerst wurden zuvor recherchierte, hochauflösende Fotos, mit Ansichten von oben und von unten einer Zecke „*Ixodes Ricinus*“ importiert und im *Projection Master* auf die Oberseite und Unterseite des 3D Modells projiziert und so modifiziert, dass die Textur genau auf die Form der Zecke passte. Die Stellen an denen sich noch keine Textur befand, wie beispielsweise die Beine, der Kopf und perspektivisch bedingt verdeckte Flächen, wurden durch direktes malen auf dem 3D Objekt texturiert. Hierbei wurden durch halten von „Strg“ und „Z“ auf der Tastatur, sowie aufziehen eines Vierecks, einzelne Teile des Objekts vorübergehend unsichtbar gemacht, um näher am Objekt arbeiten zu können und Sicht auf verdeckte Flächen zu haben.



Abbildung 25: Projection Master Plugin

Im *Projection Master* kann das Objekt nicht gedreht werden, daher muss der *Projection Master* zwischendurch immer wieder verlassen werden, um die Ansicht und den sichtbaren Ausschnitt des 3D Modells zu ändern und neue Perspektiven der Projektion zu wählen. Die bisherigen Änderungen an der Textur werden durch den Befehl *PICK UP NOW* im *Projection Master* Menü in die Textur gespeichert.



Abbildung 26: Exportierte Textur aus Pixologic ZBrush 3.1.

6. Import des 3D Modells in Autodesk Softimage/XSI 7 und Einbinden von Displacement Map, Cavity Map, Normal Map und Textur

6.1 Import des 3D Modells in Autodesk Softimage/XSI 7

Der Import der aus Pixologic ZBrush 3.1. exportierten *OBJ* Datei in Softimage/XSI 7, erfolgte über den Menüpunkt *import* → *OBJ*. Beim sich öffnenden Menü kann auf einem zweiten *Tab* die zugehörige *Displacement Map* gleich mitimportiert werden. Hierbei ist es wichtig den selben Wert des *Alpha Depth Factor*, mit dem die *Displacement Map* in Pixologic Zbrush 3.1 generiert wurde einzugeben, um die gewünschten Deformationen zu erhalten.

6.2 Einbinden der Displacement Map in Autodesk Softimage/XSI 7

Die Auswirkungen der *Displacement Map* auf das Objekt werden erst im *gerenderten* Bild sichtbar, daher war es notwendig, die folgenden Arbeitsschritte bei geöffneter *Render Region* vorzunehmen. Notwendige Modifikationen an den Einstellungen der *Displacement Map* wurden über das *Render Tree* Menü im Untermenü *Softimage_sib_interp_linear* gemacht. Hier wurde der Grauwertebereich der *New Start Range* auf [-2] und der *New End Range* auf [2] geändert.

Weiters wurden Einstellungen im *Geometrie Approximation* Menü des Modells verändert. Im Untermenü *Displacement* wurden die Parameter auf *fine* gesetzt und der Wert der *refinement settings*, welcher die minimale Länge der Deformationen beschreibt, auf 0,01 reduziert und der Wert für *maximales Displacement* auf den Wert 0,5 gesetzt.

Bei den Einstellungen für die *Displacement Map* wurden einige Versuche benötigt, um die Werte für das gewünschte Ergebnis zu finden.

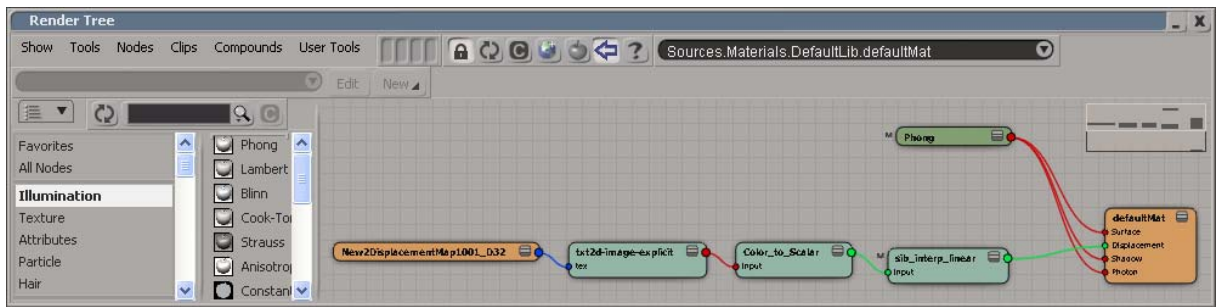


Abb 27: *Render Tree* der Zecke mit eingefügter *Displacement Map*

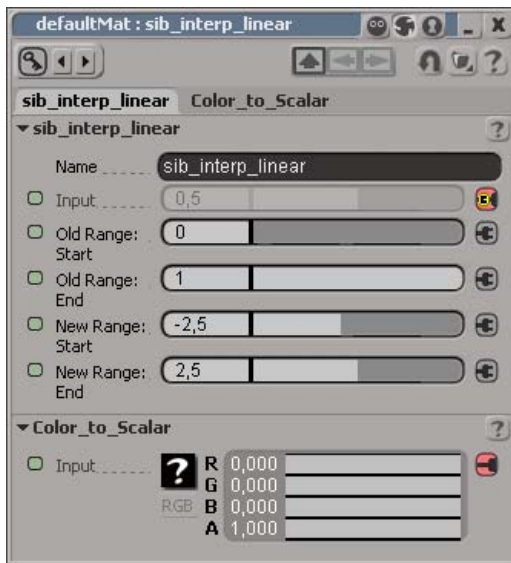


Abbildung.28: *sib_interp_linear*

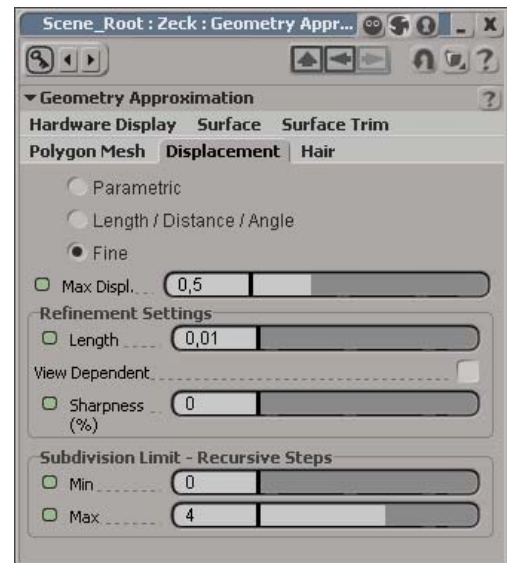


Abbildung.29: *Displacement Options*

6.3 Einbinden der Normal Map in Autodesk Softimage/XSI 7

Die *Normal Map* wurde über das *Render Tree* Menü unter *Nodes* → *Bump* → *Normal Map* importiert und mit dem *Bump Map* Schnittpunkt des Materials verknüpft. Siehe Abbildung 30.

6.4 Einbinden der Cavity Map in Autodesk Softimage/XSI 7

Das Einbinden der *Cavity Map* wurde ebenfalls über das *Render Tree* Menü vorgenommen. Es wurde ein neues *Node* für eine Default Textur erstellt, in welche das Bild der *Cavity Map* geladen wurde. Diese *Node* wurde dann mit dem Schnittpunkt *diffuse* des Materials verknüpft.

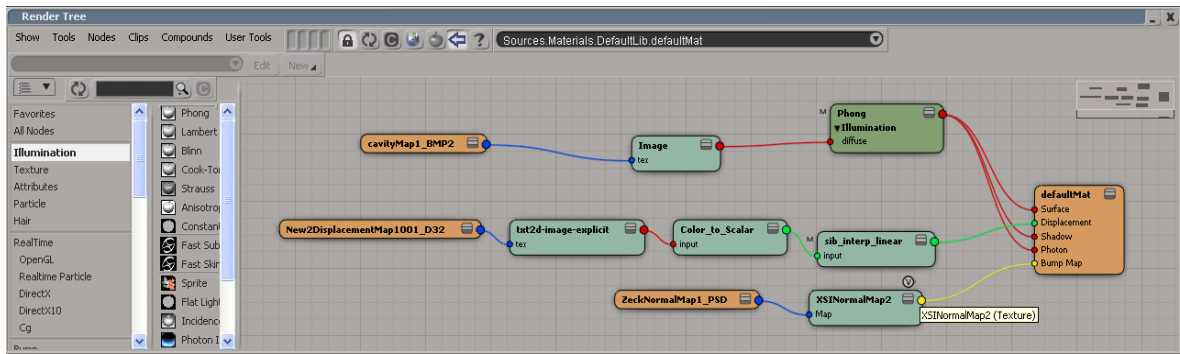


Abbildung.30: Autodesk Softimage/XSI 7 Render Tree Ansicht, Displacement Map, Normal Map und Cavity Map, mit Material verknüpft.

6.5 Einbinden der Textur in Autodesk Softimage/XSI 7

Die Textur wurde ebenfalls über den *Render Tree* dem Material des Zecken zugewiesen. Da sowohl die Textur, als auch das *UV-Layout* in Pixologic Zbrush 3.1 erstellt wurden, passte die Textur perfekt auf das 3D Modell. Erst wurde versucht, die Textur im *Textur Layer Editor* mit der *Cavity Map* zu überlagern, da die finale Textur jedoch sehr dunkel war, ist die *Cavity Map* kaum noch sichtbar gewesen und wurde somit wieder aus dem *Render Tree* entfernt, um beim *Rendern* keinen unnötigen Rechenaufwand zu produzieren.

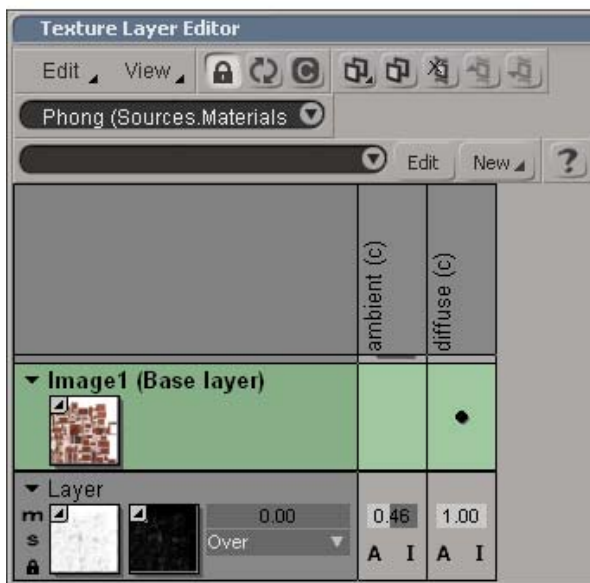


Abbildung 31: Texture Layer Editor

7. Rigging in Softimage/XSI 7

Das *Rigging* in Autodesk Softimage/XSI 7 erfolgte in folgenden Arbeitsschritten:

Begonnen wurde mit dem Bau von Knochen für den Schild und den Körper des Zecken. Hierfür wurden keine klassischen 2D oder 3D *Chains* verwendet, sondern die gewünschten Geometrien aus *Polymesh Würfel* modelliert. Aus diesen Objekten wurde dann je eine *Curve* extrahiert, welche schließlich als Knochen verwendet wurden.

Als nächstes wurden im Animationsmodus von Autodesk Softimage/XSI 7, über das Menü *Skeleton* → *Draw 2D Chain*, 2D Knochen für den Schädel, die Fühler und die Mundwerkzeuge des Zecken erstellt. Für das Skelett der Beine wurden 3D Knochen verwendet, um mehr Möglichkeiten für die Beweglichkeit der Gelenke zu erhalten. Beim Erstellen der Knochen musste bereits genau darauf geachtet werden, dass sich die Gelenke bei Veränderung der Position der Knochen entlang der richtigen Achse und im richtigen Winkel bewegen.

Da unser 3D Modell entlang der X-Achse aus einer symmetrischen Geometrie bestand, konnte auch bei der Erstellung der Knochen für die Beine, der Arbeitsaufwand reduziert werden. Die Knochen wurden nur für die Beine einer Körperhälfte generiert und dann im Animationsmodus, im Menü *Skeleton* durch den Befehl *duplicate Symmetrie* dupliziert und gespiegelt. Somit mussten nur Knochen für 4 Beine und nicht für 8 Beine erstellt werden.

Die Geometrie der *Effektoren* des Skeletts wurden, um das Selektieren beim Animieren des Objekts zu vereinfachen, von einem Null Objekt in Boxes umgewandelt. Um durch Selektion eines Objektes das ganze Modell zu bewegen, wurde eine Kurve in Form eines Kreises erzeugt und als *Controler* definiert, der allen anderen Teilen des Skeletts als *Parent* übergeordnet war.

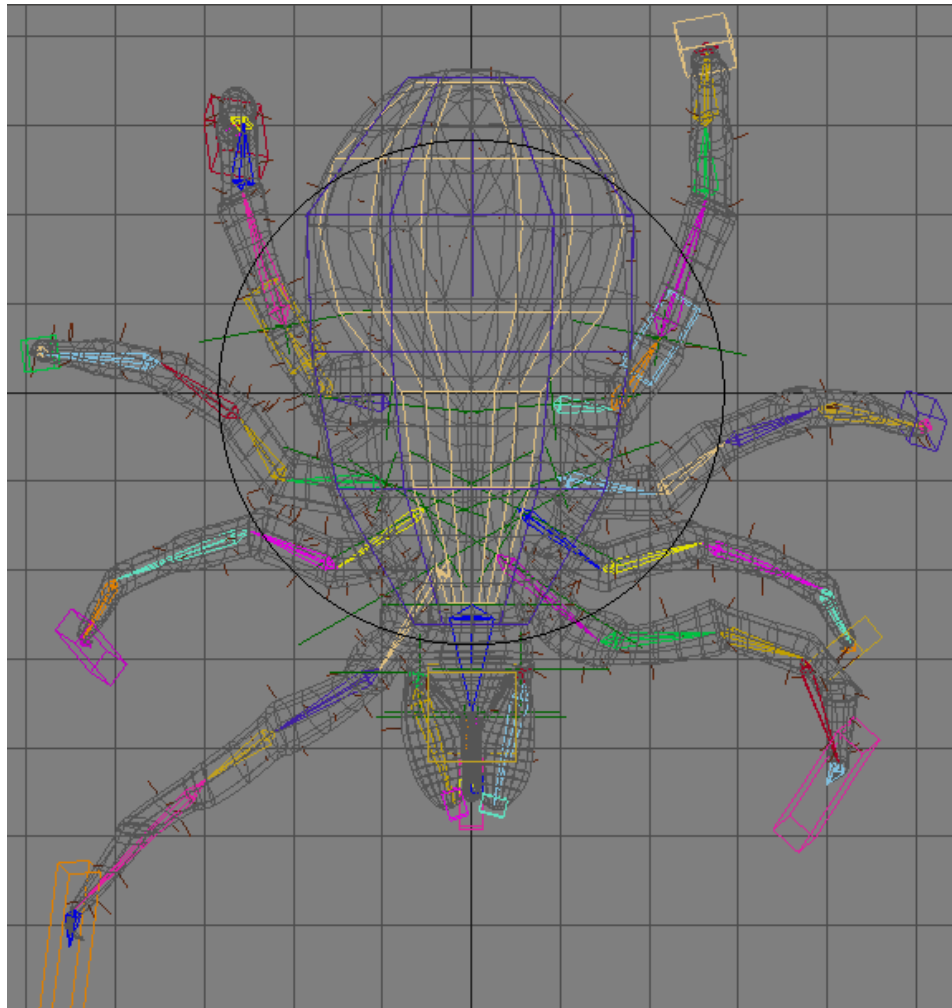


Abbildung 32: Skelett der Zecke in Autodesk Softimage/XSI 7

8. Enveloping in Softimage/XSI 7

Das *Enveloping* des Skeletts mit dem 3D Modell wurde ebenfalls in Autodesk Softimage XSI 7 vorgenommen. Hierfür wurde durch markieren der Knochen und anschließendem drücken von *Strg* und *g* auf der Tastatur, eine neue Gruppe erstellt, diese wurde *Deformer_Group* benannt. Dann wurde das 3D Modell des Zecken ausgewählt und im *Animation Modus* im Menü *Envelope* → *Set Envelope* mit der vorher erstellten *Deformer Group*, welche das Skelett enthält, verbunden. Um diesen Befehl ausführen zu können war es notwendig sich im *Animation Construction Mode* der Software zu befinden, da es sonst zu einer Fehlermeldung kommt. Im *Automatic Envelope Assignment Menü*, welches sich automatisch nach ausführen des *Set Envelope* Befehls öffnet, wurde die *Assignment Methode Distance Based* ausgewählt. Der Wert von *Number of Skeleton Objekts* wurde auf 5 erhöht, um die Gleichmäßigkeit der Deformationen durch das Skelett zu erhöhen.

Danach wurde eine Standard Position des gesamten Skeletts festgelegt, um nach Transformierung der Knochen im 3D Raum, wieder auf diese Ausgangsposition zurückkehren zu können. Um diese Position zu speichern, mussten alle Knochen und Controller Objekte, welche das Skelett betrafen ausgewählt werden. Das Speichern der Standard Position erfolgte dann im *Animation Modus*, im Menü *Actions* durch den Befehl *Store* → *Transformations – Current Values*.

Nächster Schritt war das Nachjustieren der Punkte am *Polygonmesh*, welche den jeweiligen Knochen automatisch zugewiesen wurden. Hierfür wurde der ganze Körper und die einzelnen Gliedmaßen des Zecken durch Transformation der Effektoren und Controller im 3D-Raum in verschiedenste Positionen bewegt und beobachtet wie sich die Punkte des 3D-Modells verhielten. Wurden unerwünschte Deformationen bemerkt, gab es mehrere Möglichkeiten diese zu korrigieren.

Eine Methode war das direkte Zuweisen von Punkten zu einem Knochen durch den Befehl *Reassign Locally* im *Animation Modus* im Menü *Deform* → *Deform* → *Envelope*.

Ein großer Vorteil bei der Übersicht und Selektion der einzelnen Punkte war durch die automatische farbliche Kennzeichnung der Knochen und der zugehörigen *Vertices* vom 3D Modell gegeben.

Eine weitere Methode der Korrektur war durch die Modifikation der Gewichtung von Knochen zur Modelloberfläche. Auch hierfür gab es mehrere Möglichkeiten.

Die Modifikationen konnten durch Anwählen der zu korrigierenden Punkte und dem Befehl *Smooth Envelope Weights* im *Animation Modus*, im Menü *Deform* → *Envelope* durchgeführt werden. Diese Methode eignete sich besonders für die Bereiche rund um die Gelenke der Knochen.

Eine weitere Möglichkeit um die Gewichtung noch feiner zu verändern, bot die Methode der Korrektur mit dem *Weight Paint Panel* Werkzeug. Dies funktioniert, indem durch malen auf der 3D Oberfläche die Gewichtung, welche auf die *Polygone* wirkt, zunimmt oder weniger wird. Durch Verändern der Größe und Deckkraft des Pinselwerkzeugs kann mit dieser Methode sehr genau auf das gewünschte Ergebnis hingearbeitet werden.

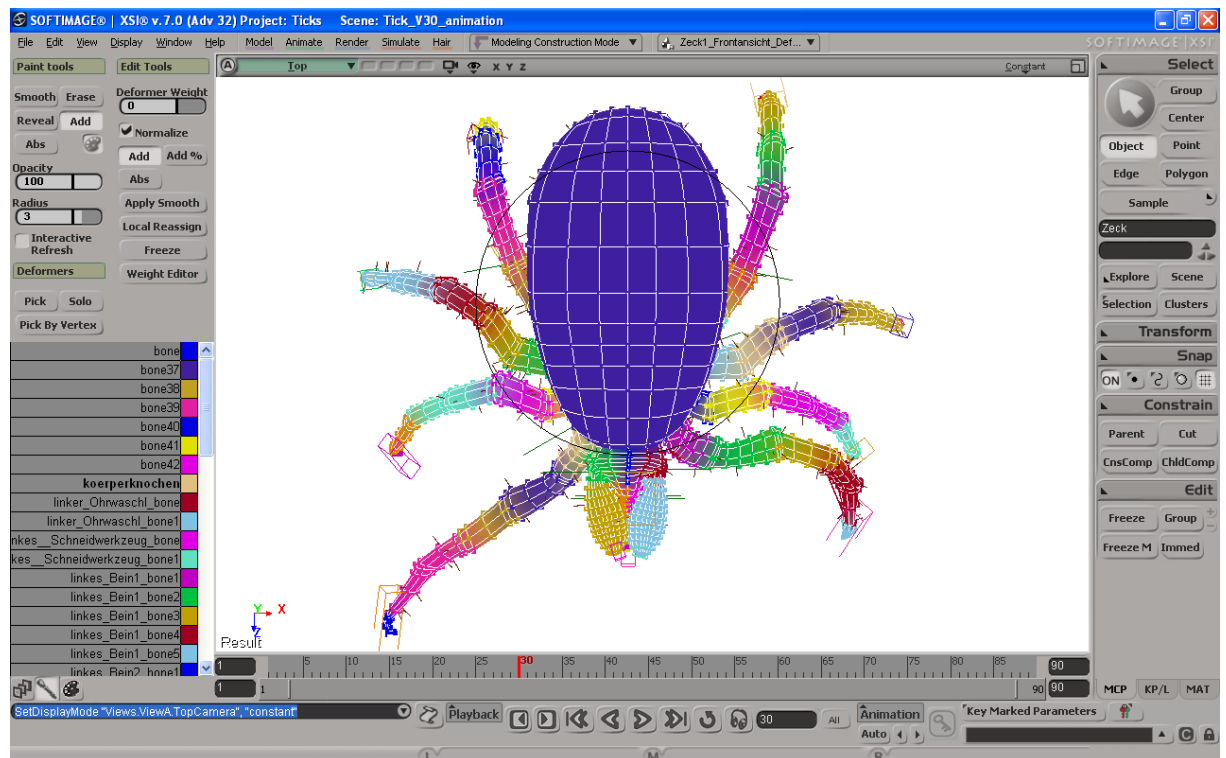


Abbildung 33: *Weight Paint Panel* Modus und *Dope Sheet* Ansicht in Autodesk Softimage/XSI 7

9. Animation in Softimage/XSI 7

Die Animation des 3D Modells der Zecke, wurde in Autodesk Softimage/XSI 7 durchgeführt.

9.1 Animation eines „Walk Cycle“ der Zecke

Bevor mit der Animation des Objekts in Autodesk Softimage/XSI 7 begonnen wurde, ist im Internet nach Referenzmaterial für den *Walk Cycle* einer Zecke gesucht worden. Als *Walk Cycle* wird eine Animation bezeichnet die auf eine gewisse Anzahl von *Frames* beschränkt ist und in einem *Loop* wiedergegeben wird. Die *Controller* und *Effektoren* der animierten Gliedmaßen mussten bei dieser Animationsmethode am ersten und am letzten Frame exakt die selbe Position haben, um den Eindruck einer fließenden Bewegung zu gewährleisten.

Da keine Vorlagen betreffend einer Zecke gefunden wurden, ist die Suche auf den *Walk Cycle* von Spinnen ausgedehnt worden, da diese ebenso wie Zecken 8 Beine haben und einen ähnlichen Bewegungen der Beine aufweisen. Es wurden folgende Bildserien gefunden und als grobe Vorlage genützt.

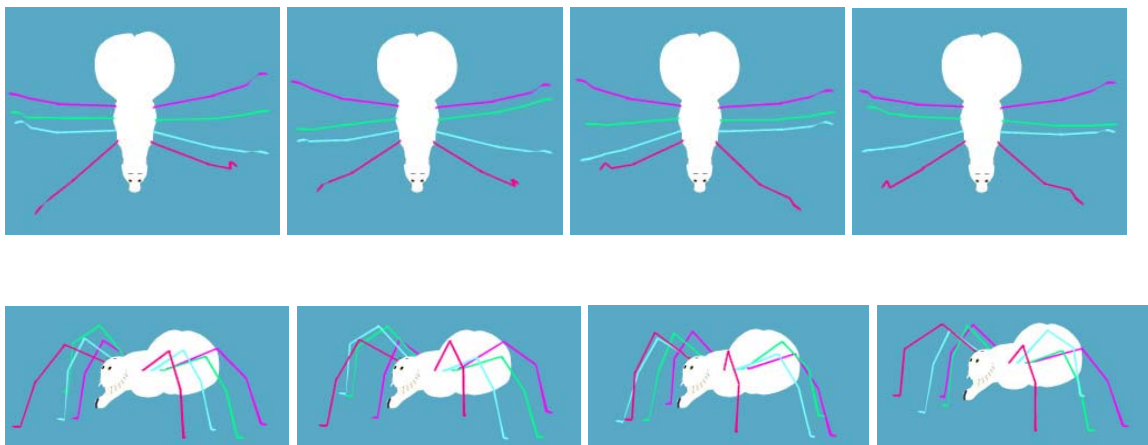


Abb.34: Grobe Vorlage eines *Walk Cycle* einer Spinne“

Begonnen wurde mit dem animieren der Bewegung eines Beins, um die Dauer des *Walk Cycle* festzulegen. Hierfür wurde die Position des *Effektors* vom 1. linken Bein durch setzen folgender *Keyframes* animiert.

- Frame 01 - Kontakt mit der Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil.
- Frame 10 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 16 - Kontakt mit der Haut und max. Bewegung nach vorne
- Frame 28 - Knapp über Hautoberfläche und Bewegung Richtung Startposition
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

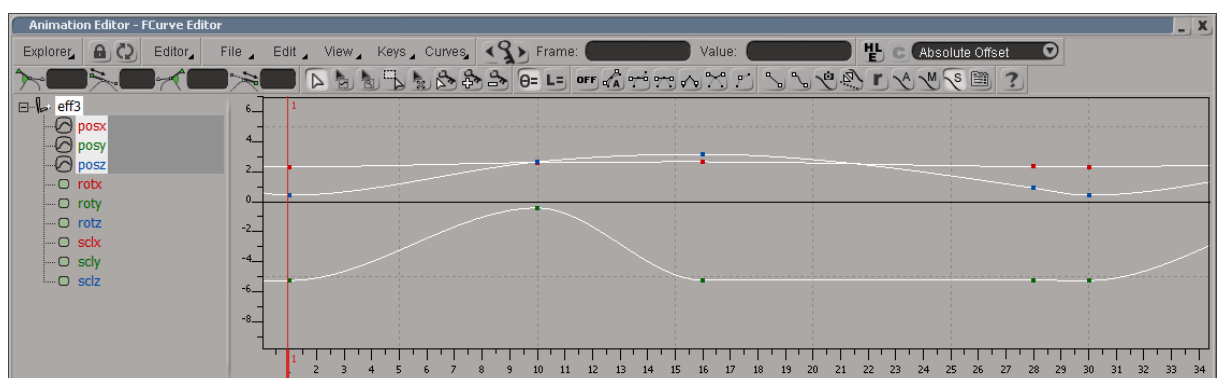


Abbildung 35: Ansicht der *Keyframes* und Kurven des *Effektors* vom 1. linken Bein des Zecken im *Animation Editor*

Im Menü *Curves* des Animation Editor wurde durch den Befehl *Cycle* ein *Loop* der Animation erstellt. Die Geschwindigkeit der Bewegung war in Ordnung, somit wurde die Dauer des *Walk Cycle* auf 30 *Frames* festgesetzt. Der Bewegungsablauf der anderen Beine folgte dem Prinzip des 1. linken Beins. Für die Animation des 2. linken Beins wurden die *Keyframes* ähnlich wie beim 1. Bein, nur etwas zeitversetzt gesetzt.

- Frame 01 - knapp über der Haut und fast max. Bewegung nach vorne
- Frame 03 - Kontakt mit der Haut und max. Bewegung nach vorne
- Frame 15 - Kontakt mit der Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 25 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

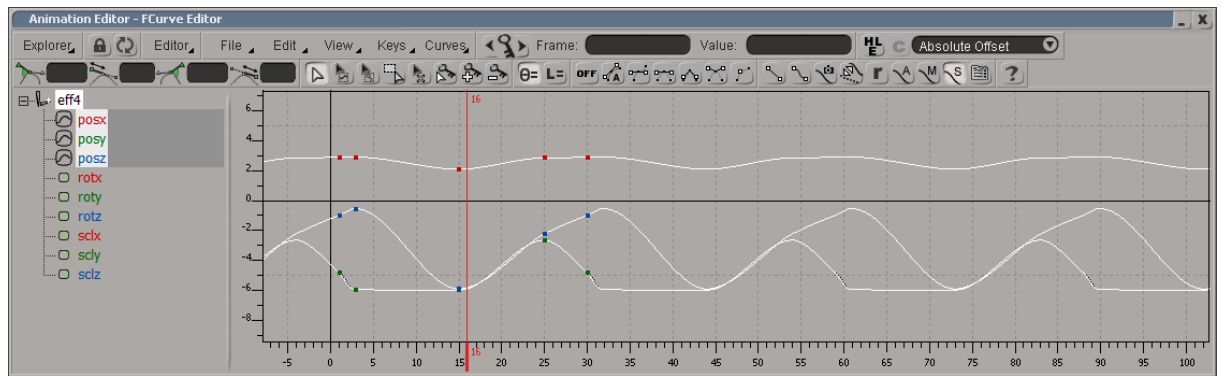


Abbildung 36: Ansicht der *Keyframes* und Kurven des *Effektors* vom 2. linken Bein des Zecken und *Loop* der Kurven im *Animation Editor*

Für die Animation des 3. linken Beines wurden folgende *Keyframes* gesetzt.

- Frame 01 - Kontakt mit Haut, Hälfte der max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 12 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 18 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 24 - Kontakt mit der Haut und max. Bewegung nach vorne
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

Für die Animation des 4. linken Beines wurden folgende *Keyframes* gesetzt.

- Frame 01 - knapp über der Haut und leichte Bewegung nach vorne
- Frame 08 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 14 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung nach vorne
- Frame 24 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

Für die Animation des 1. rechten Beines wurden folgende *Keyframes* gesetzt.

- Frame 01 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung nach vorne
- Frame 12 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 18 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

Für die Animation des 2. rechten Beines wurden folgende *Keyframes* gesetzt.

- Frame 01 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 12 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung nach vorne
- Frame 22 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

Für die Animation des 3. rechten Beines wurden folgende *Keyframes* gesetzt.

- Frame 01 - Hälfte der max. Aufwärtsbewegung und , max. Bewegung nach hinten
- Frame 06 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 15 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung nach vorne
- Frame 25 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

Für die Animation des 4. rechten Beines wurden folgende *Keyframes* gesetzt.

- Frame 01 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung nach vorne
- Frame 12 - Kontakt mit Haut, max. Bewegung Richtung Körperhinterteil
- Frame 18 - Hälfte der max. Vorwärtsbewegung und max. Bewegung nach oben
- Frame 30 - *Keyframes* von Frame 1 kopiert und eingefügt (Startposition)

Damit die Animation zwischendurch in Echtzeit angesehen werden konnte, um die tatsächliche Bewegung beurteilen zu können, wurden mit dem *Capture Tool* zahlreiche Vorschauen im AVI Dateiformat ausgespielt. Hierbei wurden die aktuellen Bilder aus dem Fenster der Camera Ansicht als Sequenz gespeichert, was im Gegensatz zum *Rendern* der Szene, nur wenige Minuten dauerte.

Die Knochen des Körpers und des Schildes der Zecke wurden entlang der Z Achse und der X Achse leicht rotiert. Für die Animation wurden *Keyframes* bei *Frame 1*, *Frame 10*, *Frame 20* und *Frame 30* gesetzt und durch den Befehl *Cycle* ein *Loop* der Bewegung erzeugt.

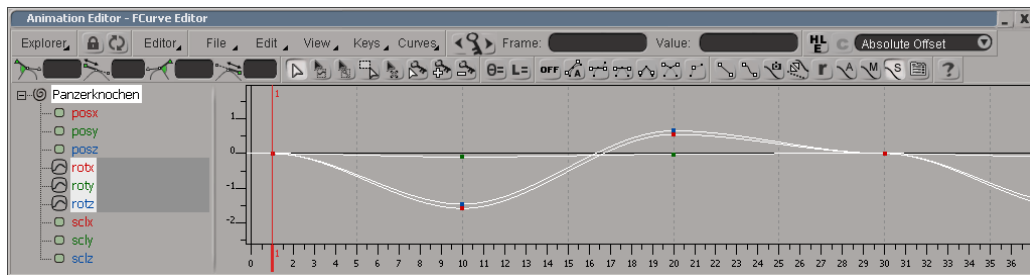


Abbildung 37: Keyframes und Kurven des Knochens vom Schild des Zecken

9.2 Import von Hautoberfläche mit Haaren

Die Hautoberfläche inklusive der Haare wurde vom Teammitglied Simon Wenderlich erzeugt und als XSI Projekt gespeichert. Dieses Projekt wurde durch den Befehl *merge*, im *File* Menü mit meiner Szene verbunden. Da die Größenverhältnisse der Zecke und der Haut mit Haaren angepasst werden mussten, ergaben sich beim *Rendern* der Szene deutliche Probleme in bezug auf die Systemauslastung. Daher wurde die Hautoberfläche noch einmal aus einem Polygonwürfel neu modelliert und die Textur von der Haut Szene vom Kollegen Wenderlich übernommen. Die Haare wurden anhand zweier unterschiedlicher Kurven modelliert, entlang derer ein Zylinder durch den Befehl *extrude along Curve* deformiert wurde. Diese beiden Haare wurden dann durch Duplizieren vervielfältigt und nach dem Zufallsprinzip auf der Hautoberfläche verteilt.



Abbildung 38: Neu erstellte Hautoberfläche mit Haaren

9.3 Animieren der Fortbewegung der Zecke auf der Haut

Die Zecke wurde im nächsten Arbeitsschritt auf der Hautoberfläche platziert. Durch verschieben des *Gesamt Skelett Controllers* entlang der Haut, war es dann möglich, ein tatsächliches Fortbewegen der Zecke zu simulieren. Die Bewegung der gesamten Zecke auf der Haut bis zur Zielposition hatte eine Dauer von 299 *Frames*. Ab *Frame* 300 wurde in einer neuen Kopie der Szene weiteranimiert, da hier die Bewegung des *Walk Cycle* endete und nur mehr eine Bewegung vom Kopf, der Mundwerkzeuge und der Fühler stattfand. Das bedeutet, dass die Animation der Zecke für Kapitel 1 in zwei, nahtlos aufeinanderfolgende Szenen, aufgeteilt wurde. Teil 1 von *Frame* 1 bis *Frame* 299 und Teil 2 von *Frame* 300 bis *Frame* 500, was einer Gesamtdauer der 1.Szene von 20 Sekunden entsprach.

Um ein zufriedenstellendes Ergebnis für das richtige Timing der Bewegung vom Zecken entlang der Hautoberfläche zu erlangen, bedurfte es einiger Versuche mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bei der Zurücklegung der Distanz. Ein häufig auftretender Fehler war hier eine Art von Rutschbewegung des Zecken.

Im nächsten Arbeitsschritt wurden die Knochen der Mundwerkzeuge und Fühler des Zecken für Teil 2 der 1. Szene animiert. Sobald die Zecke stehen bleibt, beginnt sie mit den Fühlern die Hautoberfläche abzutasten, um dann an einer geeigneten Stelle, unter Mithilfe der oberen Mundwerkzeuge, ihren Stachel ins Fleisch des Wirt zu bohren. Die Position vom *Effektor* des Schädelknochen, der als *Parent* den Mundwerkzeugen und Fühlern übergeordnet war, wurde entlang der X-Achse und Y-Achse animiert. Die *Effektoren* der Knochen der oberen Mundwerkzeuge wurden in der Art einer Schneidebewegung animiert, die vorderen Teile bewegen sich bei Kontakt mit der Hautoberfläche auseinander und wieder zusammen. Die Fühler wurden in einer langsamen Bewegung entlang der x-Achse und Y-Achse animiert.

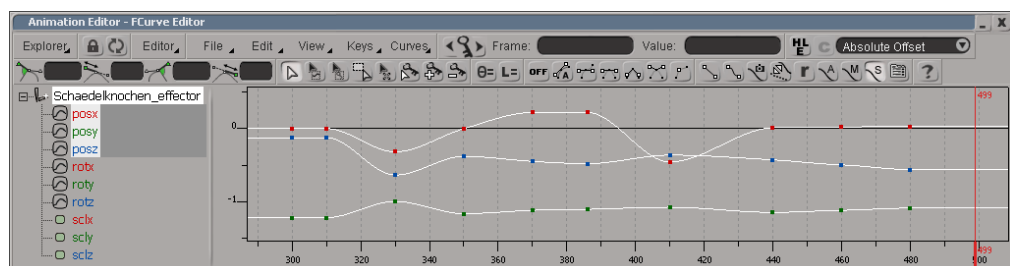


Abb. 39:Keyframes und Kurven vom Schädelknochen Teil 2 der 3D Szene in Kapitel 1

9.4 Animieren der Kamera

Um in der Ansicht des Kamerafensters den selben Bildausschnitt zu sehen, wie in den *gerenderten* Bildern, war es notwendig, die Kameraeinstellungen und das spätere Ausgabeformat abzugleichen. In unserem Fall *PAL / 16:9 / 720 x 576*.

Der Bildausschnitt für die Startposition der Kamera wurde so gewählt, dass beim *Compositing* ein nahtloser Übergang von der 2D Animation zu Beginn des Videos, zur 3D Animation geschaffen werden konnte. Die Kameraperspektive am Ersten Frame war von oben, die gesamte Zecke groß im Bild mit Kopf nach links.

Der *Camera Interest* ist mittels des Befehls *Position Cns* im *Constrain* Menü der Position vom Schädelknochen zugeordnet worden, um der Bewegung des Zecken automatisch zu folgen.

Erste Kamerabewegung war eine Wegfahrt von Frame 01 bis Frame 125 bei gleichzeitiger Bewegung nach links, um den Zecken im Bildausschnitt zu behalten. Von Frame 125 bis Frame 300 folgte eine Bewegung nach unten und eine Zufahrt bis zum Closeup der Zecke beim Einstechen des Stachels in die Haut.

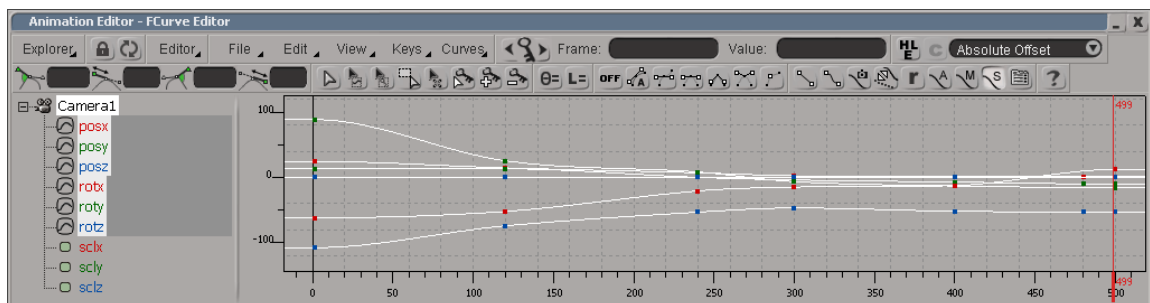


Abbildung 40: Keyframes und Kurven der Kamera im Animation Editor von Autodesk Softimage/XSI 7

9.5 Animation der Zecke und Hautstanze für Kapitel 3 des Videos

Für die Animation der 3D-Szene im Kapitel 3 des Videos, in welcher die Zecke mit einer Hautstanze aus der Haut entfernt wird, wurde eine weitere Kopie der Szene erstellt und die bisher vorgenommenen Animationen, ab Frame 501 zurückgesetzt.

Das 3D-Modell einer Hautstanze wurde vom Teammitglied Simon Wenderlich mit Autodesk Softimage/XSI 7 erzeugt und im *EMDL* Dateiformat gespeichert.

Die *EMDL* Datei wurde durch den Befehl *Import Model* zu der Szene des Zecken auf Hautoberfläche hinzugefügt. Diese Szene der Animation soll folgende Vorgänge zeigen - die Zecke steckt mit ihrem Stachel kopfüber in der Haut, wird von einer aus dem Nichts kommenden medizinischen Hautstanze durch ausgestochen von einem Stück Haut samt Zecke entfernt und Blut steigt in dem so entstandenen Loch in der Haut auf.

Die Ausgangsposition der Hautstanze war horizontal im freien Raum liegend, in einiger Entfernung zum Zecken in der Z Ebene, um aufgrund des Größenunterschiedes von Zeck und Hautstanze beide Objekte voll im Bildausschnitt zu haben. Die Animation der Hautstanze begann mit einer Bewegung in Richtung Kamera und gleichzeitiger Rotation in senkrechte Position, direkt über der Zecke.

Nächste Bewegung der Hautstanze war das Einstechen über den Zecken in die Haut. Nächster Schritt in der Animation der Hautstanze war die Bewegung senkrecht nach oben, mit dem ausgestanzten Hautteil, bis außerhalb des Bildausschnitts.

Folgende *Keyframes* wurden für die Animation der Hautstanze gesetzt.

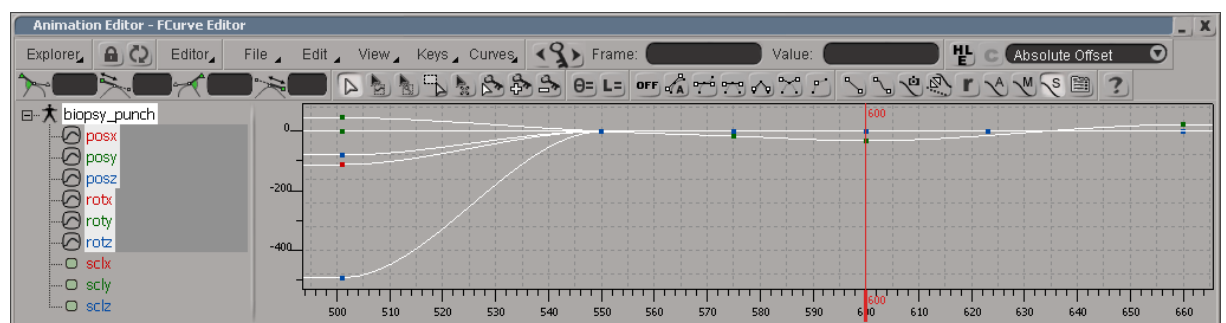


Abbildung 41: *Keyframes* und Kurven von der Hautstanze im *Animation Editor* von Autodesk Softimage/XSI 7

Am tiefsten Punkt der Hautstanze in der Haut wurde durch den *Boolean* Befehl, im Menü *Modify* → *Polymesh*, ein Teil der Hautoberfläche, welcher die Größe der vorderen Öffnung der Stanze hatte, extrahiert und durch den Befehl *Freeze* in aktueller Form gespeichert. Dieser ausgestanzte Zylinder wurde dupliziert und als

nach oben steigendes Blut verwendet. Hierfür wurden die Materialeigenschaften des Zylinders so modifiziert bis die Oberfläche wie Blut aussah und die Polygone der Oberfläche durch Deformierung im *Shape Manager* dezent animiert.

Der Blutzylinder wurde so animiert, dass er sich etwas zeitverzögert nach dem Herausziehen der Stanze, im so entstandenen Loch vertikal, von unterhalb der Haut nach oben bis zur Hautoberfläche bewegte, um das Füllen vom Loch mit Blut zu simulieren.



Abbildung 42: Aus der Haut ausgestanztes Loch mit Blut gefüllt.

10. Rendern mit Mental Ray

Das *Rendern* der Szene erfolgte mit der in Autodesk Softimage/XSI 7 integrierten *Renderengine* Mental Ray. Die Szene wurde in 2 Passes aufgeteilt, ein Pass für die Schatten und ein Pass in dem alle Objekte enthalten sind. Die Schatten konnten somit in voller Intensität und ohne *Shadow Map* gerendert werden, was wesentlich weniger *Renderzeit* in Anspruch nahm als das *Rendern* weicher Schatten. Das Weichzeichnen und die Modifizierung der Farbsintensität der Schatten, erfolgte dann im *Compositing* in Adobe After Effects CS3.

Für den Hintergrund der Szenen wurden passende Bilder aus dem Internet gesucht. Ein Bild eines Auwaldes wurde für die 3D Animation der Zecke in Kapitel 1 verwendet. Für die Animation in Kapitel 3, in welcher die Zecke mit der Hautstanze entfernt wird, wurde ein Bild eines Labors als Hintergrund gewählt. Diese Bilder wurden in Adobe Photoshop CS3 mit Weichzeichnern bearbeitet und in Autodesk Softimage/XS 7 im *Render Modus*, im Menü *Pass* → *Edit Current Pass* → *Pass Shaders* als *Environment* der Szene geladen.

Um die Hintergrundbilder als Beleuchtung der Szenen zu verwenden, wurde in den *Render Optionen* der *Passes*, *Final Gathering* aktiviert und in den Einstellungen der *Lichter*, die *Intensity* auf 0 gesetzt.

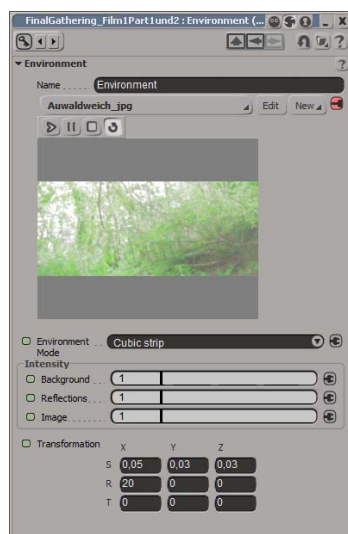


Abb.43: Hintergrund für Animation 1



Abb.44: Hintergrund für Animation 2

Damit mehr räumlicher Eindruck entstand und der Übergang zum Hintergrund besser verlief, wurde der Kamera ein *Depth of Field - Lens Shader* zugewiesen. Um die gewünschte Tiefenschärfe zu bekommen und die Zecke scharf im Bildausschnitt zu haben, mussten bei den *Depth of Field* Einstellungen, die Werte von *Depth of Field Strength* und *Focal Distance in inches* modifiziert werden. In der Szene mit Hautstanze, wurde der Wert für *Focal Distance in inches* animiert, um die Bildschärfe während der Kamerafahrt zu regulieren.

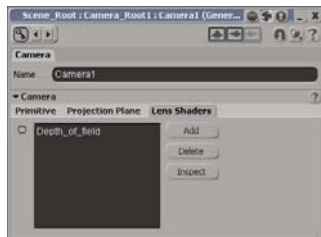


Abb.44: Kamera *Lens Shaders*

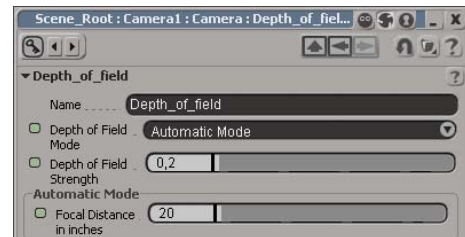


Abb.45: *Depth_of_field Options*



Abb. 46: linkes Bild mit *Depth_of_Field-Lens Shader*, rechtes Bild ohne *Lens Shader*

In den *Pass Optionen* wurde das Ausgabeformat auf *TIFF* geändert, um auch den Alphakanal im Bild gespeichert zu haben und um die *gerenderten* Dateien, für das *Compositing* problemlos als Bildsequenz in Adobe After Effects CS3 importieren zu können.

Folgende Grundeinstellungen wurden in den *Render Optionen* vorgenommen:

- Aliasing → Min Level -1, Max Level 2, Motion Samples 5,

- Alle “Enabled Features” aktiviert
- Ambient Occlusion aktiviert mit 250 Strahlen
- Final Gathering aktiviert



Abbildung 48: Fertig gerendertes Bild aus 3D Animation für Kapitel 1 des Videos



Abbildung 47: Fertig gerendertes Bild aus 3D Animation für Kapitel 3 des Videos

11. Conclusio

Computergenerierte 3D Animationen finden in immer mehr Bereichen der Video- und Filmbranche Verwendung. Vor allem in Werbefilmen, aber auch in Videos über technische oder biologische Simulationen, in denen komplexe Vorgänge durch computeranimierte Modelle dargestellt werden.

Dieses Projekt, über die Produktion eines wissenschaftlichen animierten Videos, war daher eine hervorragende Möglichkeit, um die an der Fachhochschule St.Pölten, im Studiengang für Medientechnik erworbenen Fähigkeiten in einem realen Projekt anzuwenden. Ich habe durch dieses Projekt viele neue Erkenntnisse, vor allem in bezug auf die Anwendung der verwendeten Software und den Ablauf der Grafikpipeline gewonnen.

Die Forschungsfrage ist durch die möglichst anschauliche und detaillierte Protokollierung der einzelnen Arbeitsschritte bei der Erstellung und Animation des computergenerierten 3D Modells einer Zecke und der Beschreibung des Projektablaufs beantwortet worden.

Ich hoffe, dass diese Arbeit eine verständliche Hilfestellung bei der Erstellung und Animation eines Tieres in Autodesk Softimage/XSI 7 und Pixologic Zbrush 3.1 ist und die LeserInnen motiviert, ein Projekt mit dieser Software zu realisieren.

Anhang

Anhang A: Literaturverzeichnis

Mark Giambruno (2002): 3D Graphics & Animation, Second Edition, New Riders

Anhang B: Quellenangaben aus dem Internet

www.mathepedia.de/Polygone.aspx 2009.12)

Folgende kostenpflichtige Videotutorials wurden als Hilfestellung verwendet:

Digital Tutors / PL Studios Inc. – Character Animation Setup Bundle in XSI

Digital Tutors / PL Studios Inc. – XSI and ZBrush Integration

Digital Tutors / PL Studios Inc. – Texturing in ZBrush

Anhang C: Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:

http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:IL8_Solution_Structure.rsh.png?uselang=zh

Abbildung 2: http://en.wikipedia.org/wiki/File:PBB_Protein_CXCL1_image.jpg

Abbildung 3: http://en.wikipedia.org/wiki/File:PBB_Protein_CCL3_image.jpg

Abbildung 4: <http://www.eco-wellness.de/magazin/archiv/445/maitake1.jpg>

Abbildung 5:

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:SEM_Lymphocyte.jpg&filetimestamp=20061004041244

Abbildung 24: <http://www.zbrushcentral.com/zbc/showthread.php?t=46396>

Abbildung 34: <http://www.hash.com/users/threechickens/Spider.htm>

Abbildung 43: <http://static.panoramio.com/photos/original/4360883.jpg>

Abbildung 44: http://www.psi.ch/medien/pressemitteilungen/Labor_digital.jpg

Abbildungen 6 - 23, 25 - 33, 35 - 42 und 45 – 47 sind Bildschirmfotos die während der Arbeit an dem Projekt entstanden sind.

Anhang D: Danksagungen

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meinen Studienkollegen und Mitgliedern des Projektteams Simon Wenderlich BSc, Harald Lurger BSc und Martin Wolf BSc für die ausgezeichnete Zusammenarbeit bei der Realisierung dieses Projektes bedanken.

Ebenso gilt mein Dank dem Projektauftraggeber Prim.Univ.-Doz. Prof.Dr.Robert Müllegger für seine Geduld und Zeit, die er bei unseren Treffen aufgewendet hat.

Danke auch dem Betreuer der Diplomarbeit DI(FH) Mario Zeller für die fachkundige Hilfestellung während des Projekts.

Mein Dank gilt auch meiner Frau Kerstin Brammer, meiner Tochter Chiara Brammer und meinen Eltern Josef und Anita Skrkon, für die liebevolle Unterstützung während meiner gesamten Studienzeit an der Fachhochschule St. Pölten.

Anhang E: Vokabelliste für Internetrecherche

Borrelia burgdorferi	Krankheitserreger
Francisella tularensis	Krankheitserreger
Anaplasma phagocytophilum	Krankheitserreger
FSME Virus	Krankheitserreger
Natural Killer (NK) Zellen	Abwehrzellen
Dendritic cells	Abwehrzellen
CD11c Zellen	Abwehrzellen
CD4 Lymphozyten	Abwehrzellen
CD8 Lymphozyten	Abwehrzellen
CD3 Lymphozyten	Abwehrzellen
B Lymphozyten	Abwehrzellen
Interleukin 10 (IL-10)	Antientzündlicher Mediator
Sialostatin	Zeckenspeichelmolekül
Mitogene	Stimulantien
Lymphknoten (Zellen)	von Mäusen
Milz (Zellen)	von Mäusen
Makrophagen	Abwehrzellen
Neutrophile Granulozyten	Abwehrzellen
Interleukin 4 IL-4	Antientzündlicher Mediator
Interleukin 5 IL-5	Antientzündlicher Mediator
Interleukin 2 IL-2	Proinflammatorisches Molekül
Interferon gamma (IFNg)	Proinflammatorisches Molekül
IgG1	Klasse von Immunglobulinmolekülen
IgG2a	Klasse von Immunglobulinmolekülen
CD20	B Lymphozyten
CD68	Makrophagen
Interleukin 1 beta (IL-1b)	Proinflammatorisches Molekül
CD14	Makrophagen
CXCL8	Lockstoff für Neutrophile
CXCL1	Lockstoff für Neutrophile
CCL2	Lockstoff für Makrophagen
CCL4	Lockstoff für Makrophagen
CCL3	Lockstoff für Makrophagen
CXCL13	Lockstoff für B Lymphozyten
TH1 Zellen	Subset von Lymphozyten
TH2 Zellen	Subset von Lymphozyten
CCL20	Lockstoff für dendritische Zellen
Interleukin 12 (IL-12)	Proinflammatorisches Molekül
Interleukin 6 (IL-6)	Proinflammatorisches Molekül
Tumor Nekrose Faktor alpha (TNFa)	Proinflammatorisches Molekül
Interleukin 1 alpha (IL-1a)	Proinflammatorisches Molekül
CXCL9	Lockstoff für TH1 Zellen
CXCL10	Lockstoff für TH1 Zellen
ICAM-1	Adhäsionsmolekül
CCL1	Lockstoff für TH2 Zellen
CCL22	Lockstoff für TH2 Zellen

Anhang F: Original Drehbuch

MANUSKRIFT VORLAGE FÜR PRODUKTION ‚ZECKENVIDEO‘ – KURZVERSION

DER EFFEKT VON NICHT-INFIZIERTEM ZECKENSPEICHEL AUF DAS LOKALE IMMUNSYSTEM DER MENSCHLICHEN HAUT

Einleitung

In Europa werden jährlich mehrere Millionen Menschen von Zecken gestochen. Durch den Stich einer Zecke, in Europa meist *Ixodes ricinus*, können verschiedene Krankheitserreger auf den Menschen übertragen werden. Dazu gehören *Borrelia burgdorferi* sensu lato, *Anaplasma phagocytophilum*, Babesien, und FSME Viren.

Zecken oder deren Nymphen werden von der Unterseite von Blättern oder Grashalmen von einem vorbeikommenden Wirtstier oder Menschen abgestreift. Am Menschen suchen sie im Weiteren eine warme Körperstelle mit möglichst dünner Haut für ihren Stich aus. Beim Stich halten sie sich mit ihren Vorderbeinen fest und zerschneiden geleitet durch die Pedipalpen mit ihren Mundwerkzeugen oder Cheliceren die Haut. In diese Verletzung wird das Hypostom, der Stachel geschoben. Durch den Stachel wird Blut aufgenommen, das sich poolartig in der kleinen Hautwunde sammelt und andererseits Zeckenspeichel in die Haut injiziert.

Um die Blutaufnahme effektiv durchführen zu können, gibt die Zecke zahlreiche pharmakologisch aktive Substanzen in die Stichläsion ab, die Abwehrmechanismen des Wirtes wie Blutgerinnung, Entzündung, Juckreiz bzw. Schmerz und die Aktivierung des Immunsystems beeinträchtigen. Hunderte Proteine können Thrombin und Thrombozyten inhibieren, die Adhärenz, Lokomotion und Funktionen von Leukozyten hemmen und die Komplementkaskade, Histamin, Serotonin und Bradykinin inaktivieren. Vor allem aber können Zeckenspeichelproteine das Immunsystem eines Wirtes auf vielfältige Weise supprimieren, was eine längere Anhaftungszeit ermöglicht. Potentiell wird dadurch aber auch die Übertragung von Krankheitserregern in die Haut erleichtert.

Bisherige Forschung

Zahlreiche *in vitro*- und *ex vivo* Studien haben diverse Einflüsse von Zeckenspeichel oder einzelner seiner Proteine, wie z.B. *Ixodes ricinus* Immunosuppressor, auf das angeborene und adaptive Immunsystem demonstriert. Zugrunde lagen Analysen von Lymphknoten-, Milz- oder Blutzellen

unterschiedlicher Mauseinzuchtstämmen nach mehrtägiger Zeckeninfestation bzw. nach Stimulation durch Mitogene oder Zeckenantigene.

Es kommt zur Inhibierung von B-Zellen, die weniger Interleukin 10 und Antikörper produzieren. Die Aktivierung bzw. Proliferation von T-Zellen wird multimodal reduziert, was mit einer tief greifenden Änderung der Zytokinproduktion verbunden ist. T-Lymphozyten produzieren größere Mengen der TH2-Zytokine Interleukin 4, 5 und 10 aber weniger der TH1-Zytokine Interleukin 2 und Interferon gamma. Dieses TH2-polarisierende Potential von Zeckenspeichel ist so stark, dass es sogar in Mausspezies auftritt, die für die Entwicklung einer TH1-Antwort prädisponiert sind (C3H-Mäuse). Offensichtlich wird die TH2-Polarisierung immer stärker, je länger Zeckenspeichel einwirkt. Außerdem inhibiert Zeckenspeichel die Produktion der proinflammatorischen TH1-assoziierten Zytokine Interleukin 12, Interleukin 6, Tumornekrosefaktor alpha und Interferon gamma durch Antigenpräsentierende Zellen, was mit einer TH2-Differenzierung von CD4-Zellen durch dendritische Zellen verbunden ist. Somit ist Zeckenspeichel neben der direkten Beeinflussung von T-Zellen in der Lage, durch eine Modulation dendritischer Zellen eine TH2-gewichtete Lymphozyten-Differenzierung zu stimulieren.

Das Zytokin Netzwerk wird zusätzlich durch eine direkte Neutralisation der Aktivität von Tumornekrosefaktor alpha und Interleukin 2 beeinflusst, was wiederum zu einer Suppression von T-Zellen beiträgt.

Zusätzlich unterdrückt Zeckenspeichel die Aktivität von Zellen der angeborenen Immunität. Makrophagen produzieren weniger Superoxid und Stickoxid, zwei wichtige Moleküle für die Phagozytose, aber auch reduzierte Mengen der proinflammatorischen Zytokine Tumornekrosefaktor alpha, Interleukin 1-alpha und Interleukin 6. Auch Anlockung, Phagozytosefähigkeit und Superoxidproduktion von Neutrophilen werden supprimiert.

Zusammenfassend vermag Zeckenspeichel sowohl T- als auch B-Lymphozyten, Makrophagen, neutrophile Granulozyten und dendritische Zellen in ihrer Funktion Zecken-übertragene Pathogene zu eliminieren, zu unterdrücken.

In weiterführenden Experimenten wurde die Konsequenz der Modulation der Immunantwort des Wirtes durch Zeckenspeichel auf die Transmission von Krankheitserregern untersucht. Dabei wurde gezeigt, dass C3H-Mäuse wesentlich leichter mit Borrelien infiziert werden konnten, wenn diese gemeinsam mit Zeckenspeichel in die Haut der Mäuse eingebracht wurden, was sich mit der Beobachtung deckt, dass die Transmission von Borrelien auf Mäuse durch einen natürlichen Zeckenstich viel effektiver ist als durch eine Injektion. Dieses Phänomen wird als speichelaktivierte Transmission bezeichnet, ist auch für andere Zecken-übertragene Pathogene bekannt und mit einer Verschiebung im Zytokinmuster assoziiert.

Interleukin 4 und 10 werden hoch reguliert, während die proinflammatorischen Zytokine Interferon gamma, Interleukin 12, Interleukin 6 und Tumornekrosefaktor alpha nieder reguliert werden. Wie wichtig das Zytokinmilieu für Zecken-übertragene Infektionen ist, konnte auch dadurch gezeigt werden, dass die Applikation von Interferon gamma, Interleukin 2 und Tumornekrosefaktor alpha bei C3H-Mäusen, die mit Borrelien-infizierten Ixodes Zecken infestiert waren, zu einem 95 %igen Schutz gegen eine Borrelieninfektion führte. In Übereinstimmung damit kann die Transmission von Borrelien durch Zecken signifikant reduziert werden, wenn man naiven Rezeptormäusen Borrelien-induzierte dendritische Zellen oder T-Zellen von infizierten C3H-Mäusen injiziert, die jeweils Interferon Gamma und Interleukin 2 produzieren. Schließlich kann die Anzahl von Borrelien in infizierten Organen empfänglicher Mäuse signifikant reduziert werden, wenn die TH2 Zytokine Interleukin 4 und 5 vor der Zeckeninfestation supprimiert werden. Dies bedeutet zusammenfassend, dass eine TH1-gewichtete Immunantwort eine zentrale Rolle in der Infektionsabwehr spielt. Gerade letztere wird aber durch Zeckenspeichel unterdrückt.

Eine Förderung einer Borrelieninfektion wird auch durch eine Kompromittierung des angeborenen Immunsystems durch Zeckenspeichel begünstigt. Die Niederregulierung von Beta2-Integrinen führt zu einer beeinträchtigten Adhäsion polymorphkerniger Leukozyten an Borrelien und vermindert deren Phagozytose und Eliminierung. Die hoch regulierten Th2-Zytokine Interleukin 4 und 10 bedingen über eine verminderte Produktion von Stickoxid eine Beeinträchtigung der Eliminierung von Borrelien durch Makrophagen. Zusammenfassend ist Zeckenspeichel durch eine komplexe Modulation verschiedenster Komponenten des angeborenen und erworbenen Immunsystems in der Lage, das Angehen einer Infektion mit verschiedenen Krankheitserregern zu unterstützen.

Eigene Untersuchungen

Ziel unserer Studie war, die Auswirkungen von nicht infiziertem Speichel von *Ixodes ricinus* Zecken auf das Immunsystem in humaner Haut, dem Ort des ersten Kontaktes von Zeckenspeichelantigenen und eventuell übertragenen Krankheitserregern mit dem Wirtsorganismus zu analysieren. Für die Untersuchung

der Expression von Chemokinen, Zytokinen und Leukozytenmarkern wurde bei 37 Erwachsenen die anhaftende Zecke und ein Stück angrenzender Haut mittels einer 4mm-Stanzbiopsie entfernt. Die Anhaftungszeit der Zecke betrug zwischen < 24 Stunden und 72 Stunden. 26 Hautproben wurden der weiteren molekularen Analyse zugeführt, während die 15 anderen Hautproben histopathologisch und immunhistochemisch untersucht wurden. Zunächst wurde mittels Polymerase Kettenreaktion eine

Infektion der Proben ausgeschlossen und der Nachweis erbracht, dass spezifische DNA des Zeckenspeichelproteins IRIS in den Zeckenstichläsionen vorhanden war.

Bei der histopathologischen Untersuchung der 15 Zeckenstichläsionen wurde in Übereinstimmung mit der Literatur grundsätzlich ein dichtes, hauptsächlich perivaskuläres lymphohistiozytäres Infiltrat mit Neutrophilen und Eosinophilen in größerer Zahl angetroffen. Die Entzündungsinfiltrate waren in der oberen Dermis ausgeprägter als in der tiefen Dermis und breiteten sich teilweise bis in das subkutane Fettgewebe aus. An epidermalen Veränderungen wurden Bläschen mit Erythrozyten und Kernstaub oder eine Nekrose im Zentrum der Stichstelle mit einer umgebenden Spongiose gefunden. Darüber hinaus zeigte sich in der papillären Dermis ein ausgeprägtes Ödem und Erythrozytenextravasate.

Die semiquantitative immunhistochemische Analyse ergab, dass CD11c-positive dendritische Zellen der dominierende Zelltyp waren. In vergleichbar moderater Zahl fanden sich sowohl CD68-positive Makrophagen als auch CD4 und CD8 positive Lymphozyten. Während die dendritischen Zellen und Makrophagen verstreut anzutreffen waren und bevorzugt in der tiefen Dermis lagen, tendierten die T-Zellen und die nur in sehr geringer Anzahl anwesenden B-Zellen dazu, perivaskulär in Clustern aufzutreten. In den Entzündungsinfiltraten wurden mittels Immunhistochemie wenige Zellen gefunden, die positiv für CCL2, Interleukin 5, Interferon gamma und Interleukin 1-beta waren.

Für die molekulare Analyse der 26 anderen Proben wurde eine quantitative reverse Transkriptase Polymerase Kettenreaktion angewendet. Diese zeigte hohe bis intermediär hohe mRNA Level der Makrophagen Chemokine CCL2, CCL4 und CCL3 sowie der Neutrophilen Chemokine CXCL8 und CXCL1 als Hinweis für eine deutliche Stimulierung des angeborenen Immunsystems. In Übereinstimmung damit wurden der CD14 Makrophagen Marker und der CD11c Marker für dendritische Zellen signifikant erhöht angetroffen.

Die adaptive Immunantwort schien weniger aktiviert zu sein. Es wurden intermediär hohe mRNA Level der Interferon gamma induzierbaren Chemokine CXCL 9, CXCL 11 und CXCL 10 gefunden, die chemoattraktiv für Th1 Zellen und Effektor CD8 Zellen sind. In Übereinstimmung damit wurden intermediär hohe mRNA Level für die Marker von CD8 und CD4 T-Zellen gefunden. Die Expression der Th2-Zell-Chemokine CCL1 und CCL 22 sowie des B-Zell Chemokins CXCL13 und des B-Zell-Markers CD19 waren sehr niedrig.

Die Analyse von Zytokin mRNA zeigte eine signifikant stärkere Expression des proinflammatorischen Makrophagenzytokins Interleukin 1-beta und des antiinflammatorischen Th2-Lymphozytenzytokins Interleukin 5 gegenüber normaler Haut. Weitere proinflammatorische Zytokine (Interferon gamma,

Interleukin 12, Tumornekrosefaktor alpha und Interleukin 6) sowie antiinflammatorische Zytokine, (Interleukin 10, TGF-beta und Interleukin 4) waren nur geringgradig verändert

Der statistische Vergleich hat gezeigt, dass sich die Zusammensetzung von inflammatorischen und immunologischen Mediatoren sowie von Immunzellen in Zeckenstichläsionen, abhängig von der Anhaftungszeit der Zecke ändert. Besonders fielen bei einer Anhaftungszeit über 24 Stunden höhere mRNA Level für Interleukin 4 und das Th2 Chemokin CCL22 auf.

Zusammenfassung

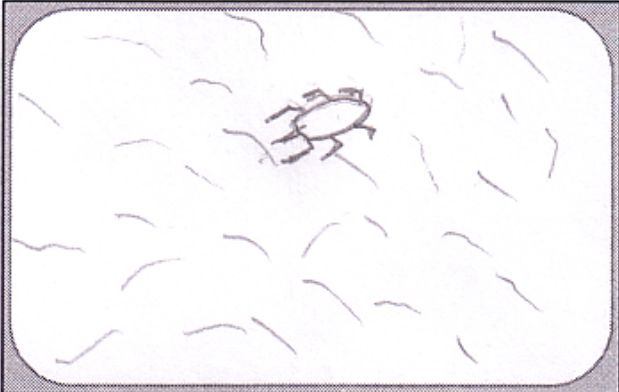
Die präsentierte Studie hat erstmals die Auswirkung von Zeckenspeichel auf das lokale Immunsystem menschlicher Haut untersucht. Histopathologische, immunhistochemische und molekulare Analysen der Stichläsionen haben gezeigt, dass es zu einer hochgradigen Aktivierung der angeborenen Immunität kommt, was sich in signifikant erhöhten Zahlen von Makrophagen, Neutrophilen und dendritischen Zellen sowie deren Chemokinen widerspiegelt. Die Aktivierung des adaptiven Immunsystems ist geringer ausgeprägt und umfasst die Attraktion von CD4 und CD8-Zellen sowie Expression des CXCL10 Chemokins. Erhöhte Spiegel von proinflammatorischen Zytokinen, insbesondere Interleukin-1beta sowie eine kompensatorische, antiinflammatorische Antwort mit Th2 Zytokinen, insbesondere Interleukin 5 fügen sich in dieses Reaktionsmuster ein.

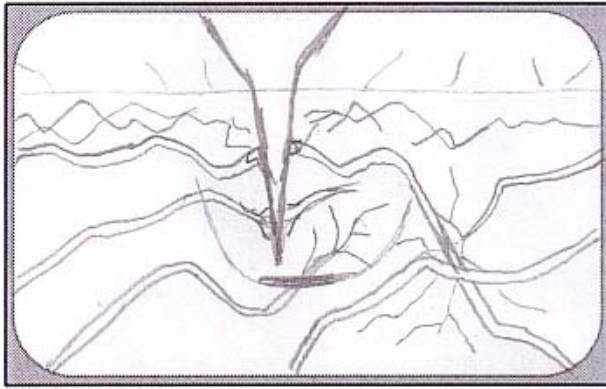
Es kann spekuliert werden, dass bei den für Menschen typischerweise kurzen Anhaftungszeiten von Zecken von meistens nicht mehr als 24 Stunden in der Haut eine starke durch Zellen der angeborenen Immunität getragene Abwehrreaktion ausgebildet wird. Hingegen ist zu diesem Zeitpunkt, im Unterschied zu *in vitro* und Mausexperimenten mit ihren extremeren Ausgangsbedingungen, nur eine tendenzielle Dysbalance der T-Zell Antwort zu Gunsten einer Th2 Reaktion festzustellen. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass trotz der millionenfachen Zahl an Zeckenstichen jährlich, verhältnismäßig wenig Zeckenkrankheiten in der Bevölkerung auftreten, also der Manifestationsindex gering ist.

R. Müllegger, November 2008

Anhang G: Storyboard

KAPITEL 1: Einleitung

Skizze	Beschreibung
	Inhalt: Globus dreht sich vor Hintergrund, bleibt bei Umrissen von Europa stehen (wird hervorgehoben) Größe: CLOSE UP Dauer: 4 sek. Ton: Dialog: In Europa werden jährlich mehrere Millionen Menschen von Zecken gestochen. Durch den Stich einer Zecke, ...
	Inhalt: Zecke „Ixodes Ricinus“ erscheint groß vor Europa. In den Speicheldrüsen und dem Darm kann man die Krankheitserreger erkennen. Restl. Zecke wird semitransparent Größe: CU - ECU Dauer: Ton: Dialog: in Europa meist <i>Ixodes ricinus</i>, können verschiedene Krankheitserreger auf den Menschen übertragen werden. Dazu gehören <i>Borrelia burgdorferi</i> sensu lato, <i>Anaplasma phagocytophilum</i>, Babesien, und FSME Viren.
	Inhalt: Zoom out. Füße d. Zecke beginnen sich zu bewegen. Schrägriss → Zecke krabbelt auf Haut. Bleibt stehen und beginnt zu schneiden. Größe: ECU – CU – M Dauer: Ton: Dialog: Zecken oder deren Nymphen werden von einem vorbeikommenden Wirtstier oder Menschen von Pflanzen abgestreift. Am Menschen suchen sie im Weiteren eine warme Körperstelle mit möglichst dünner Haut für ihren Stich aus.
	Inhalt: Zoom In. Schrägriss. Man sieht, wie die Zecke die Haut aufschneidet und den Stachel GLEICHZEITIG einzuführen beginnt. Größe: CU Dauer: Ton: Dialog: Beim Stich halten sie sich mit ihren Vorderbeinen fest und zerschneiden - geleitet durch ihre tastenden Pedipalpen - mit ihren Mundwerkzeugen oder Cheliceren die Haut.



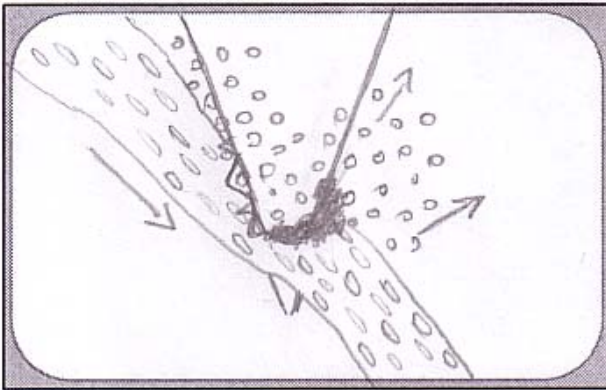
Inhalt: Zoom In. Übergang auf Querschnitt. Schneidewerkzeug steckt in Haut. Stachel dringt in die Haut ein und streift/ zerreißt Blutgefäße.

Größe: ECU

Dauer: 2 sek.

Ton:

Dialog: In diese Verletzung wird das Hypostom, der Stachel, vorgeschoben.



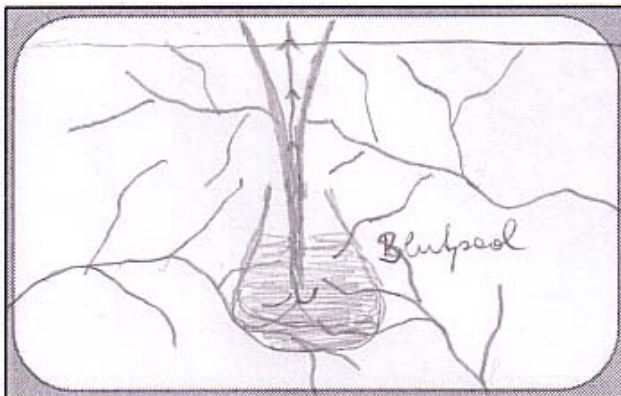
Inhalt: Zoom In. Stachel fährt in die Haut und beschädigt Blutgefäße. Fokus auf 1 Blutgefäß, das an der Hinterseite aufgerissen wird. Man sieht Blutkörperchen im Blutgefäß weiter fließen, einige treten aus, manche sammeln sich an Wunde und bilden Blutkuchen.

Größe: ECU

Dauer: 4 sek.

Ton:

Dialog: PAUSE



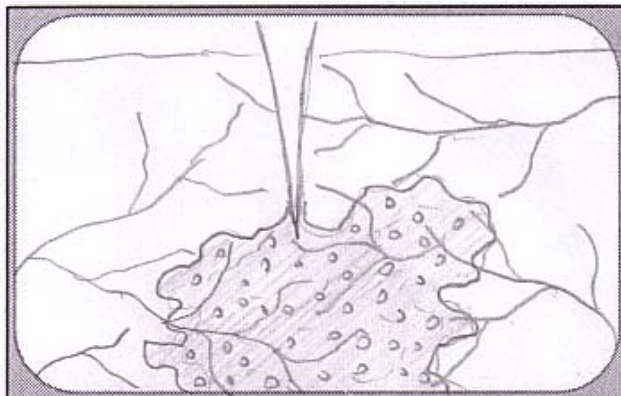
Inhalt: Zoom Out. Blut sammelt sich im Blutpool. Gleichzeitig wird Blut durch Stachel gesaugt.

Größe: ECU

Dauer: 4 sek.

Ton:

Dialog: Durch den Stachel wird Blut aufgenommen, das sich poolartig in der kleinen Hautwunde sammelt und andererseits wird Zeckenspeichel in die Haut injiziert.



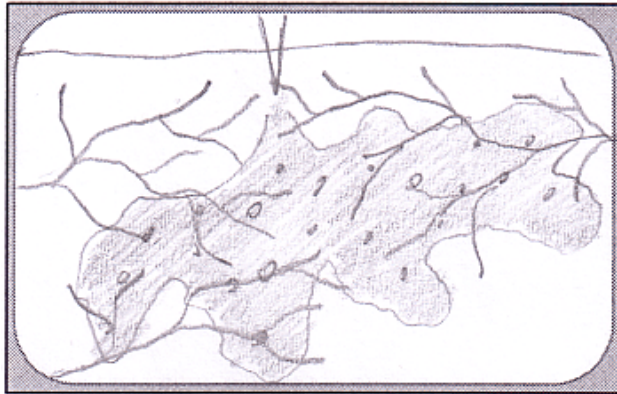
Inhalt: Man sieht, wie Speichel in die Haut abgelassen wird. Er breitet sich LANGSAM aus. Partikel sind sichtbar

Größe: ECU

Dauer: 5 sek.

Ton:

Dialog: Um die Blutaufnahme effektiv durchführen zu können, gibt die Zecke zahlreiche pharmakologisch aktive Substanzen in die Stichläsion ab, die Abwehrmechanismen des Wirtes wie Blutgerinnung, Entzündung, und Juckreiz hemmen und das Immunsystem beeinflussen.



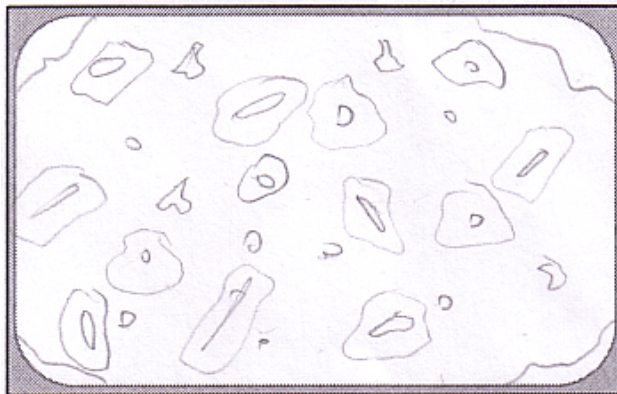
Inhalt: Zoom In. Speichel breitet sich langsam aus.

Größe: ECU

Dauer: 5 sek.

Ton:

Dialog: Studien der letzten Jahre haben gezeigt, dass Proteine des Zeckenspeichels Thrombin und Thrombozyten inhibieren, die Adhärenz, Lokomotion und Funktionen von Leukozyten hemmen und die Komplementkaskade, Histamin, Serotonin und Bradykinin inaktivieren.



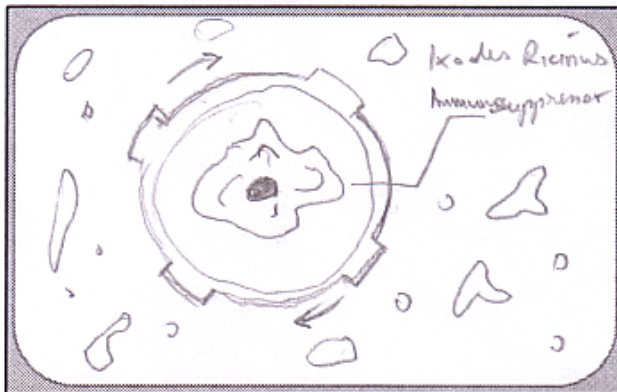
Inhalt: Zoom In. Wir befinden uns mitten im Speichel.

Größe: ECU

Dauer: 4. sek.

Ton:

Dialog: Die vielfältigen Effekte auf das Immunsystem des Wirtes sind zweifelsfrei vorteilhaft für eine längere Anhaftungsperiode der Zecke, könnten als Nebeneffekt aber auch die Übertragung von Krankheitserregern in die Haut beeinflussen.



Inhalt: Zoom In. IRIS wird hervorgehoben und beschrieben.

Größe: EECU

Dauer: 4 sek.

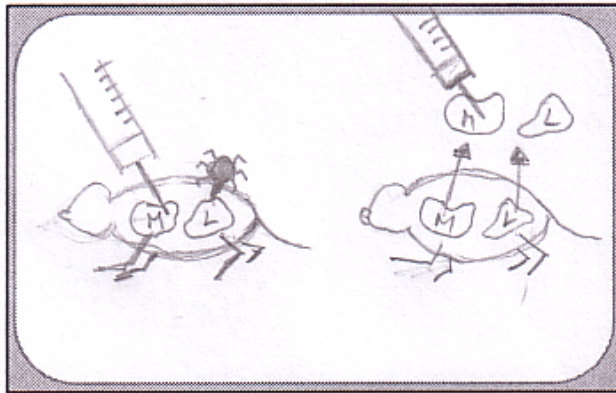
Ton:

Dialog: Bisher wurden die diversen Einflüsse von Zeckenspeichel oder einzelner seiner Proteine, wie z.B. Iris, Ixodes ricinus Immunsuppressor, auf das angeborene und adaptive Immunsystem in in vitro und ex vivo Untersuchungen demonstriert....

KAPITEL 2: Bisherige Forschung

Stil: Abstrakt, 2D

Skizze	Beschreibung
--------	--------------



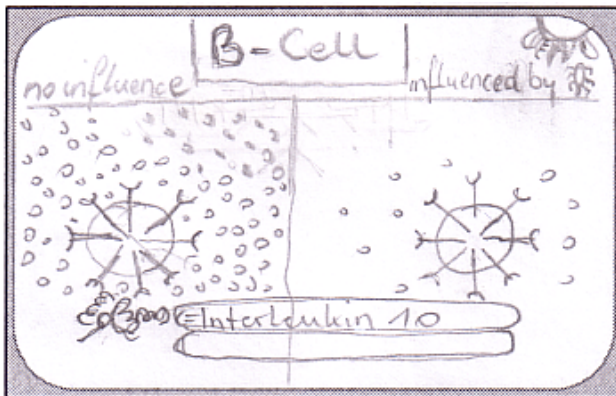
Inhalt: SLIT SCREEN. Links: Entnahme der Probe aus lebender Maus mit anhaftender Zecke. Rechts: Entnahme der Probe extern.

Größe: HT

Dauer: 12 sek.

Ton:

Dialog: ...denen Analysen von Lymphknoten-, Milz- oder Blutzellen unterschiedlicher Mauseinzuchtstämme zu Grunde lagen. Diese wurde entweder zunächst für 3-10 Tage mit Zecken infestiert (*linke Bildhälfte wird aufgeblendet*) oder deren Zellen durch Zeckenantigene stimuliert (*rechte Bildhälfte wird aufgeblendet*)



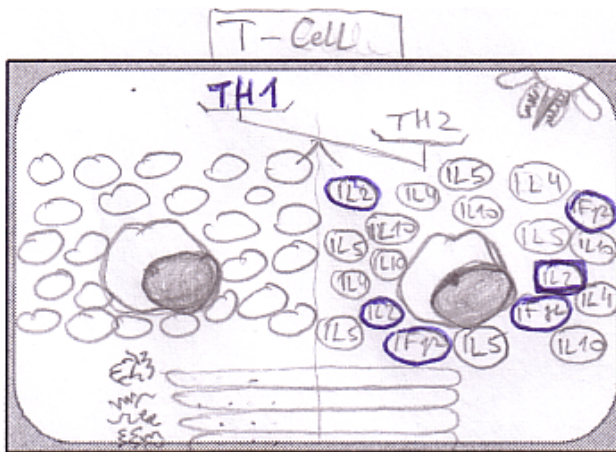
Inhalt: B-Zellen drehen sich. Links: viel IL 10 & Antikörper Rechts: weniger IL 10 & Antikörper Unten: Legende, Erklärung der Symbole. **Änderung:** auch hier muss auf der rechten Bildhälfte schon die rotierende Zecke erscheinen! Die Th1-Th2 Waage darf erst ab dem nächsten Bild auftauchen!

Größe: SPLIT Screen

Dauer: 6 sek. + Pause 4. sek.

Ton:

Dialog: Dabei zeigte sich eine Inhibierung von B-Zellen, die weniger Interleukin 10 und Antikörper produzieren.



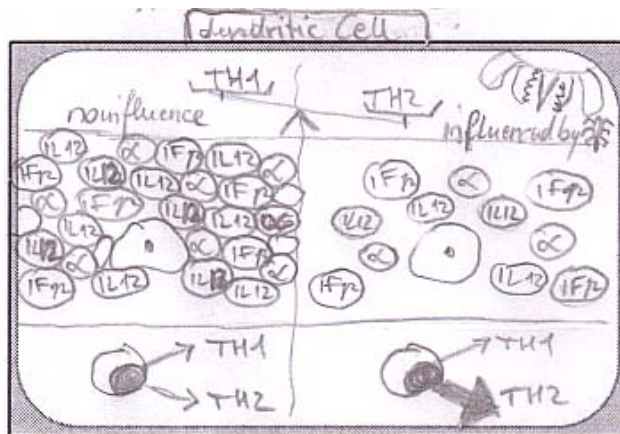
Inhalt: T-Zellen drehen sich, Waage oben. Links: normale Aufteilung TH1 & TH2 Zytokine. Rechts: Weniger TH1-Zytokine IL2, IF Gamma; mehr TH2-Zytokine IL4, IL5, IL10 **Unten:** Legende. **Änderung:** links mehrere / viele Lymphozyten hätten, die gleich viele Th1 Zytokine wie Th2 Zytokine ausschütten und rechts weniger Lymphozyten, die mehr Th2 als Th1 Zytokine ausschütten (also auch noch die Zahl der Lymphozyten verschieden machen!); außerdem: hier noch keine Uhr!

Größe: SPLIT Screen

Dauer: 37 sek.

Ton:

Dialog: Die Aktivierung bzw. Proliferation von T-Zellen wird multimodal reduziert und deren Zytokinproduktion umgestellt. Sie produzieren nun größere Mengen der TH2-Zytokine Interleukin 4, 5 und 10 aber weniger TH1-Zytokine wie Interleukin 2 und Interferon gamma. Dieses TH2-polarisierende Potential von Zeckenspeichel ist so stark, dass es sogar in der C3H Mausspezies auftritt, die für die Entwicklung einer TH1-Antwort prädisponiert ist. Besonders hervorzuheben ist, dass diese TH2-Polarisierung immer stärker wird, je länger der Zeckenspeichel einwirkt.



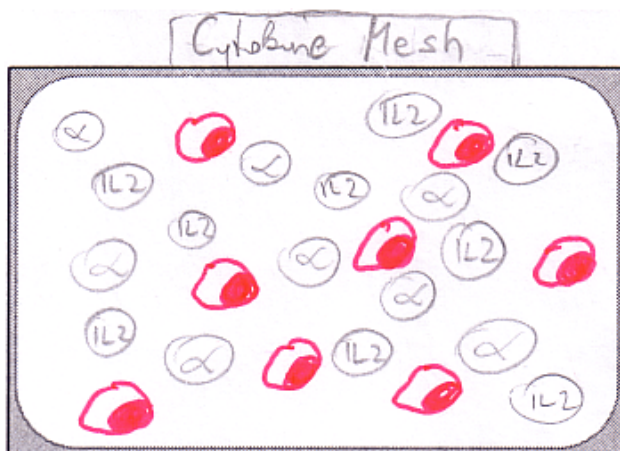
Inhalt: Dendritische Zellen. Oben: Waage → TH2 im Übergewicht. Links: normale Verteilung, unten keine Differenzierung; Rechts: Weniger IL 12, (*IL 6 wird gestrichen!*) TNF alpha, IF gamma, unten deutliche TH2-Differenzierung durch dicken farbigen Pfeil.

Größe: SPIT SCREEN

Dauer: 29 sek.

Ton:

Dialog: Außerdem inhibiert Zeckenspeichel die Produktion der proinflammatorischen TH1-assoziierten Zytokine Interferon gamma, Interleukin 12 und Tumornekrosefaktor alpha durch Antigenpräsentierende Zellen, was mit einer TH2-Differenzierung von CD4-Zellen durch dendritische Zellen verbunden ist. Somit ist Zeckenspeichel neben der direkten Beeinflussung von T-Zellen in der Lage, durch eine Modulation dendritischer Zellen eine TH2-gewichtete Lymphozyten-Differenzierung zu stimulieren.



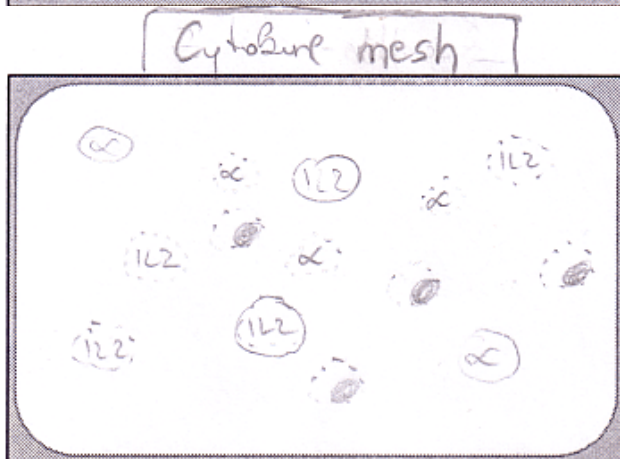
Inhalt: Neutraler Hintergrund. Zytokin-Netzwerk, alle Zellen in einheitlichem GRAU, außer T-Zellen in FARBE.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 4 sek.

Ton:

Dialog: Zusätzlich wird das Zytokin Netzwerk durch eine direkte Neutralisation der Aktivität von ...



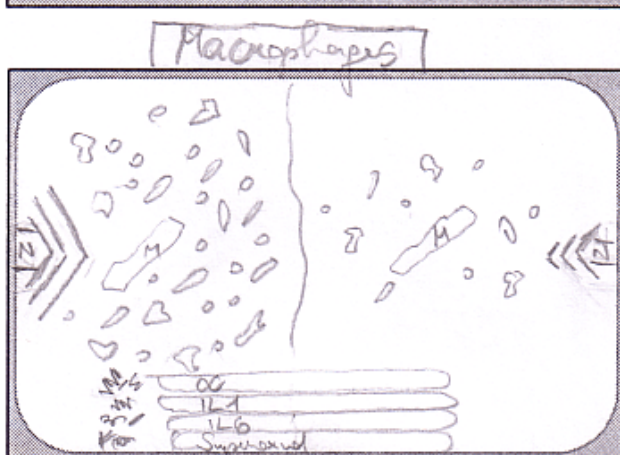
Inhalt: Zuerst verschwinden TNF alpha & IL 2, dann auch T-Zellen.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 6 sek.

Ton:

Dialog: ... Tumornekrosefaktor alpha und Interleukin 2 beeinflusst, was weiter zu einer Suppression von T-Zellen beiträgt.

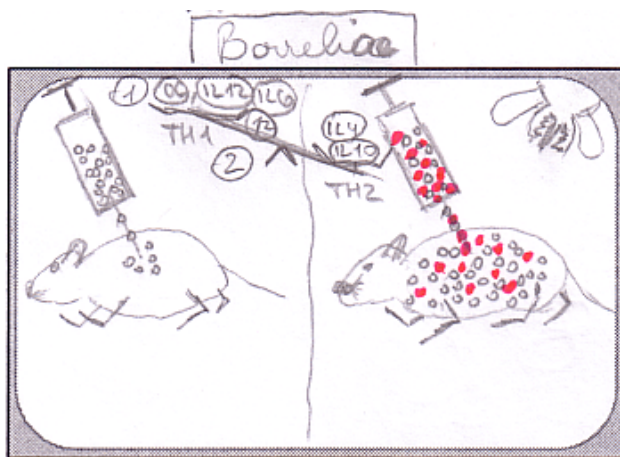


Inhalt: Makrophagen (M). Nach und nach Bildaufbau. Links: ausgewogene Gewichtung, viele Neutrophile (N) werden angelockt; Rechts: weniger Superoxid & Stickoxid (*Änderung: werden nicht von Zelle ausgeschüttet → innerhalb der Zelle!*), TFN alpha, IL 1 alpha, IL 6, kaum Anlockung von Neutrophilen; Unten: Legende

Größe: SPLIT SCREEN

Dauer: 25 sek.

Ton:



Dialog: In diesem experimentellen Setting unterdrückt Zeckenspeichel auch die Aktivität von Zellen der angeborenen Immunität. Makrophagen produzieren weniger Superoxid und Stickoxid, zwei wichtige Moleküle für die Phagozytose, aber auch reduzierte Mengen der proinflammatorischen Zytokine Tumornekrosefaktor alpha, Interleukin 1-alpha und Interleukin 6. Auch Chemotaxis, Phagozytosefähigkeit und Superoxidproduktion von Neutrophilen werden supprimiert.

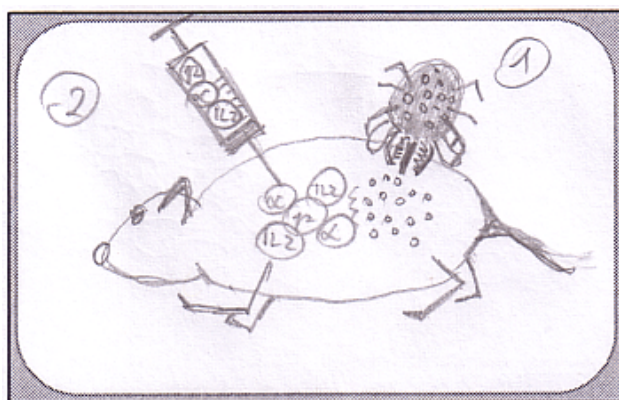
Inhalt: Borrelien. 1) Links: Maus werden NUR Borrelien infiziert. Rechts: Maus werden Borrelien & Zeckenspeichel infiziert. Oben: Waage. Ungleichgewicht TH1, TH2. **Änderung:** Bei Textstelle „Speichelaktivierte Transmission“ erscheint „saliva activated transmission“.

Größe: SPLIT SCREEN

Dauer: 45 sek.

Ton:

Dialog: In weiterführenden Experimenten wurde die Konsequenz der Modulation der Immunantwort des Wirtes durch Zeckenspeichel auf die Transmission von Krankheitserregern untersucht. Dabei wurde gezeigt, dass C3H-Mäuse wesentlich leichter mit Borrelien infiziert werden konnten, wenn diese gemeinsam mit Zeckenspeichel in die Haut der Mäuse eingebracht wurden, was sich mit der Beobachtung deckt, dass die Transmission von Borrelien auf Mäuse durch einen natürlichen Zeckenstich viel effektiver ist als durch eine Injektion. Dieses Phänomen wird als speichelaktivierte Transmission („saliva activated transmission“ erscheint) bezeichnet, ist auch für andere Zecken-übertragene Pathogene bekannt und mit einer Verschiebung im Zytokinmuster assoziiert. Interleukin 4 und 10 werden hoch reguliert, während die proinflammatorischen Zytokine Interferon gamma, Interleukin 12, Interleukin 6 und Tumornekrosefaktor alpha niedriger reguliert werden.



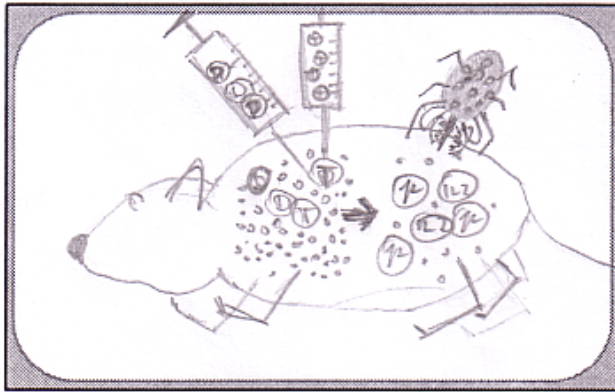
Inhalt: 1) Zecke haftet an Maus & ist mit Borrelien infiziert. Borrelien sind in Zecke & in Maus. 2) Injektion von IF gamma, IL 2, TNF alpha. **Wichtig:** Zeitliche Abfolge! 1. viele Borrelien durch Zeckenstich in Maus, 2. Injektion der Zytokine, 3. Massive Reduktion der Borrelien in der Maus!

Größe: VOLLBILD

Dauer: 18 sek.

Ton:

Dialog: Wie wichtig das Zytokininmilieu für Zecken-übertragene Infektionen ist, konnte auch dadurch gezeigt werden, dass die Applikation von Interferon gamma, Interleukin 2 und Tumornekrosefaktor alpha bei C3H-Mäusen, die mit Borrelien-infizierten Ixodes Zecken infestiert waren, zu einem 95 %igen Schutz gegen eine Borrelieninfektion führte.



Inhalt: Änderung: ENTWEDER werden Dendritische Zellen ODER T-Zellen Maus injiziert, die mit Zecke befallen ist → 2 Spritzen! Eine mit dendr. Zellen, die andere mit T-Zellen. Beide werden injiziert.

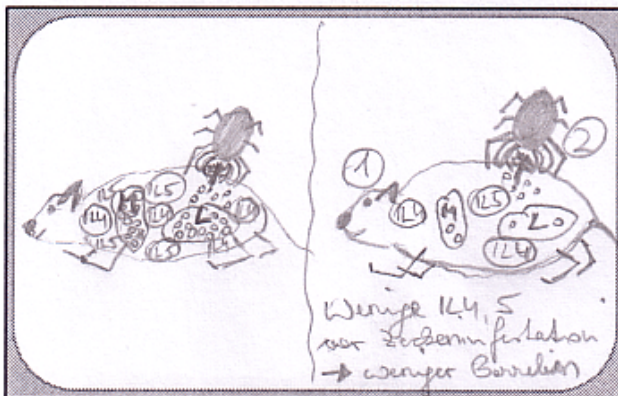
In der Maus wird IF gamma & IL 2 produziert. Daraufhin schrumpft die Zahl der Borrelien in der Maus.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 15 sek., dann kurze PAUSE

Ton:

Dialog: In Übereinstimmung damit kann eine Transmission von Borrelien durch Zecken auf naive Rezeptormäuse signifikant reduziert werden, wenn man diesen Mäusen zuvor Borrelien-induzierte dendritische Zellen oder T-Zellen von infizierten C3H-Mäusen injiziert, die jeweils Interferon Gamma und Interleukin 2 produzieren.



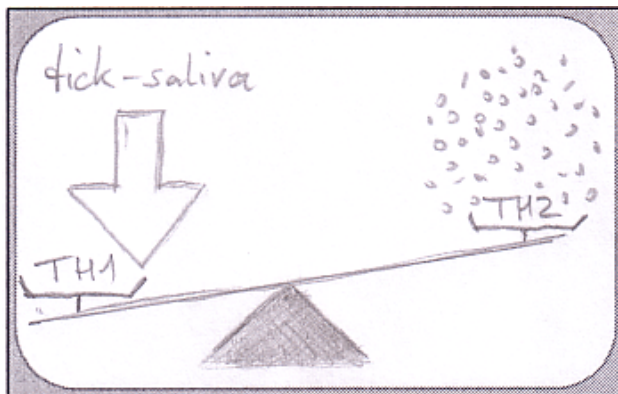
Inhalt: Links: Maus mit Zecke. Borrelien aus Zecke in Milz (M) & Leber (L) der Maus. IL4, IL5 bleiben gleich. Rechts: 1) IL4 & 5 werden vor Zeckenstich supprimiert → Borrelien können sich nicht so gut ausbreiten.

Größe: SPLIT SCREEN

Dauer: 11 sek.

Ton:

Dialog: Schließlich kann die Anzahl von Borrelien in infizierten Organen empfänglicher Mäuse signifikant reduziert werden, wenn die TH2 Zytokine Interleukin 4 und 5 vor der Zeckeninfestation supprimiert werden



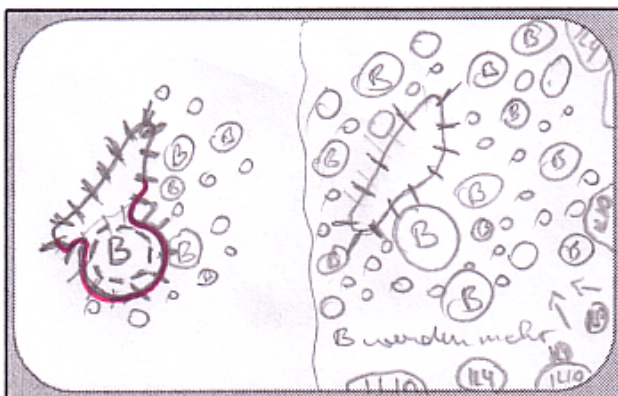
Inhalt: Waage bewegt sich & zeigt Übergewicht an TH1-Zytokinen. Änderung: Über TH1- Waagschale erscheint blinkender Pfeil nach unten, darüber steht „tick-saliva“. Über TH2-Waagschale erscheinen zahlreiche Borrelien.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 9 sek.

Ton:

Dialog: Dies bedeutet zusammenfassend, dass eine TH1-gewichtete Immunantwort eine zentrale Rolle in der Infektionsabwehr spielt. Gerade letztere wird aber durch Zeckenspeichel unterdrückt.



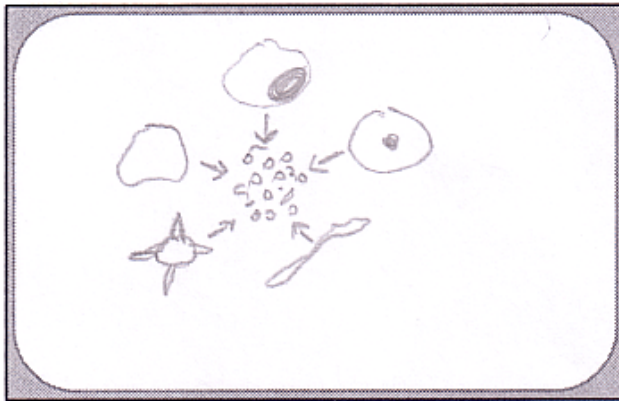
Inhalt: Links: Makrophage frisst Borrelie (B) → Zahl der Borrelien nimmt ab. Rechts: Durch weniger Beta2-Integrine mehr Borrelien vorhanden, die sich auch noch vermehren. Änderung: Rechts strömen zusätzlich IL4 & IL10 Symbole herein

Größe: SPLIT SCREEN

Dauer: 18 sek.

Ton:

Dialog: Auch die Kompromittierung des angeborenen Immunsystems durch Zeckenspeichel begünstigt eine Borrelieninfektion. Die Niederregulierung von Beta2-Integrinen und die Hochregulierung der Interleukine 4 und 10 führt zu beeinträchtigter Adhäsion polymorphkerniger Leukozyten an Borrelien und vermindert deren Phagozytose und Eliminierung.



Inhalt: Änderung: Alle Symbole werden in einer Kreisform angeordnet, in der Mitte befinden sich Borrelien. Von allen Zellen zeigen Pfeile in die Mitte der Borrelien. In der Reihenfolge des gesprochenen Textes verblassen die Zellen.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 25 sek.

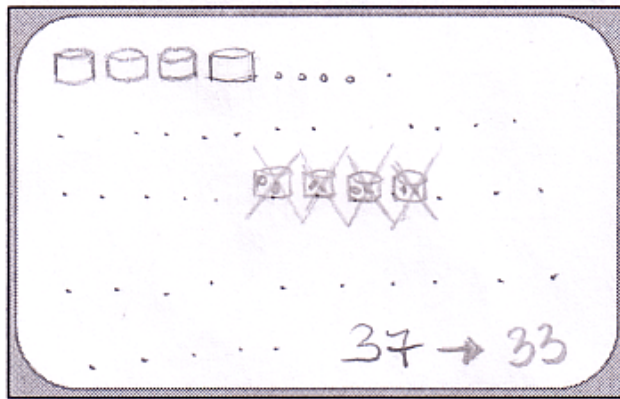
Ton:

Dialog: Zusammenfassend führt Zeckenspeichel im Mäusemodell zu einer komplexen Modulation der Funktionen von B- als auch T Lymphozyten, Makrophagen, neutrophilen Granulozyten und dendritischen Zellen, also verschiedenster Komponenten des angeborenen und erworbenen Immunsystems und beeinträchtigt dadurch potentiell ihre Fähigkeit Zecken-übertragene Pathogene zu bekämpfen.

KAPITEL 3: Eigene Untersuchungen

Stil: Mischung Animation 2D/3D

Skizze	Beschreibung
	Inhalt: Man sieht, wie die Zecke in der Haut steckt. Kamera entfernt sich ein Stück → Stanze kommt ins Bild und nähert sich der Stelle, auf der die Zecke sitzt. Größe: CU Dauer: 15 sek Ton: Dialog: Trotz der enormen Zahl von Zeckenstichen und ihrer großen Bedeutung als Vektoren von Krankheitserregern, gibt es bislang keine analogen Untersuchungen beim Menschen. Ziel unserer Studie war daher zu analysieren, welche Auswirkungen nicht infizierter Speichel von Ixodes ricinus Zecken auf das Immunsystem in humaner Haut hat, dem Ort des ersten Kontaktes von Zeckenspeichelantigenen und eventuell übertragener Krankheitserreger mit dem Wirtsorganismus.
	Inhalt: Stanze dringt in Haut ein (5-6mm) & umschließt Zecke. Dabei werden Blutgefäße beschädigt. Größe: ECU Dauer: 10 sek. Ton: Dialog: Für die Untersuchung der Expression von Chemokinen, Zytokinen und Leukozytenmarkern wurde bei 37 Erwachsenen die Zeckenstichläsion samt anhaftender Zecke mittels einer 4mm-Stanzbiopsie gewonnen.
	Inhalt: Die Stanze wird langsam samt Zecke und angrenzender Haut nach oben gezogen. Man sieht, wie sich in der Wunde Blut sammelt. Größe: ECU Dauer: 10 sek. (inkl. PAUSE) Ton: Dialog: Besonders hervorzuheben ist, dass im Unterschied zum Mausmodell, die Anhaftungszeit der Zecke bei 2/3 dieser Patienten kleiner als 24 Stunden war und bei 1/3 zwischen 24 und 72 Stunden betrug.



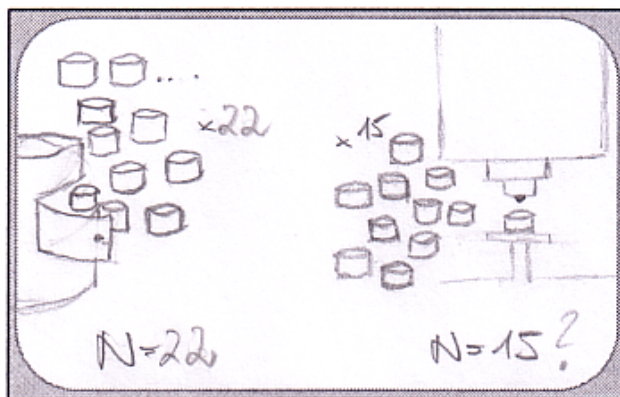
Inhalt: 37 Hautproben-Symbole erscheinen über den Bildschirm verteilt. 4 Proben werden ausgekreuzt: In 3 davon sieht man Borrelien, in einer Anaplasmen.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 3 sek. + PAUSE

Ton:

Dialog: 4 Hautproben wurden wegen einer molekular festgestellten Infektion mit Borrelien oder Anaplasmen exkludiert.



Inhalt: 37 Hautproben teilen sich. 22 davon zur PCR (=molekulare Analyse), 15 unter Mikroskop (= histopathologische & immunhistologische Analyse).

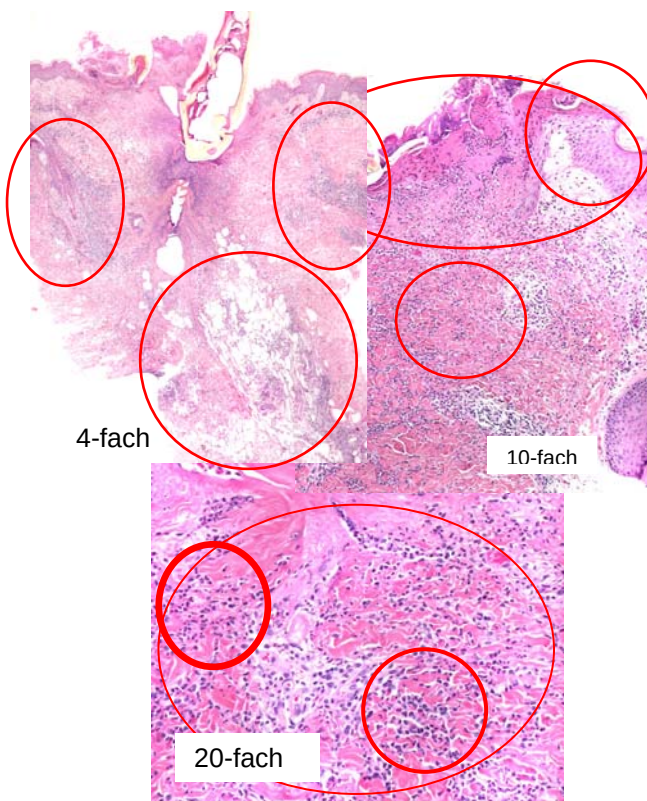
Änderung: Auf beiden Seiten erscheint passend zu Textstelle das IRIS Symbol.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 5 sek. + PAUSE

Ton:

Dialog: In 22 Hautproben wurde die mRNA Expression der Zielmoleküle mit quantitativer reverser Polymerase Kettenreaktion analysiert, während die 15 anderen Hautproben histopathologisch und immunhistochemisch untersucht wurden. Mit PCR und Restriktionsfragmentlängenpolymorphismus wurde zunächst in einem Subset der Proben Ixodes ricinus Immunosuppressor (*Iris-Symbol erscheint*) – IRIS – spezifische DNA nachgewiesen. (PAUSE)



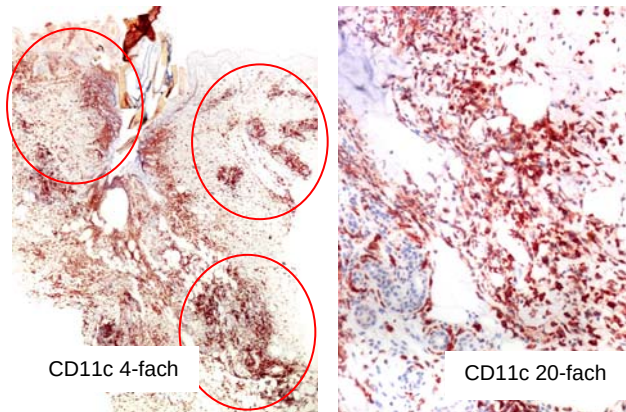
Inhalt: Histologische Darstellung des Zeckenstichs. 3 Vergrößerungen: 4fach, 10fach & 20fach. Die wichtigen Areale werden hervorgehoben. FADE nacheinander laut Textstellen. **Änderung:** + **Inserts:** Text 4fach, 10fach & 20fach / Kontrollbild mit Insert „Control“

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer: 38 sek.

Ton:

Dialog: (Nr. 31370) Bei der histopathologischen Untersuchung der 15 Zeckenstichläsionen wurde in Übereinstimmung mit der Literatur grundsätzlich ein dichtes, hauptsächlich perivaskuläres Entzündungsinfiltrat (K1) angetroffen (K2), welches in der tiefen Dermis ausgeprägter war (K3) und sich teilweise bis in das subkutane Fettgewebe ausbreitete (Ende 31370). (Nr. 29000_10fach) (K1) Darüber hinaus zeigte sich in der papillären Dermis ein ausgeprägtes Ödem und (K2) Erythrozytenextravasate. (K3) An epidermalen Veränderungen wurden Bläschen mit Erythrozyten und Kernstaub oder eine Nekrose im Zentrum der Stichstelle mit einer umgebenden Spongiose gefunden (Ende 10fach). (Nr. 29000_20fach) (K1) Die dermalen Entzündungsinfiltrate waren lymphohistiozytär mit Beimengung von (K2+K3 glztg.) Neutrophilen und Eosinophilen in größerer Zahl (Ende 20 fach).



Inhalt: CD11c. 2 Vergrößerungsstufen 4fach & 20fach. Areale werden durch Kreise hervorgehoben. Inserts jeweils „CD11c 4-fach“ & „CD11c 20-fach“

4-fach: Kreise gleichzeitig

20fach: keine Kreise

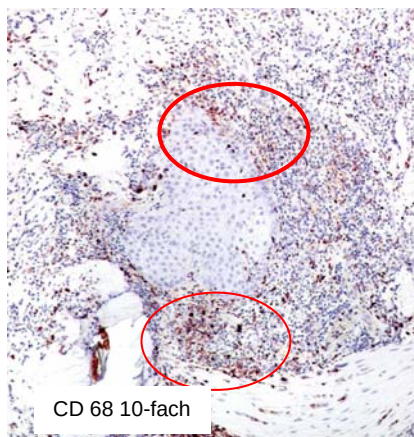
FADE nacheinander zu Text passend

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer: 8 sek.

Ton:

Dialog: Die semiquantitative immunhistochemische Analyse ergab, dass CD11c-positive dendritische Zellen der dominierende Zelltyp in den Zeckenstichläsionen waren.



Inhalt: CD 68. *Änderung: Nur 10-fach Vergrößerung. Braune Areale stellen Makrophagen dar und werden durch Kreise hervorgehoben. Die Kreise erscheinen gleichzeitig zur Textstelle. + Insert „CD68 10-fach“*

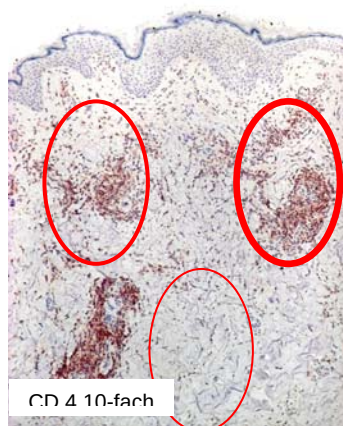
FADE nacheinander

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer: 5 sek. (+PAUSE)

Ton:

Dialog: In vergleichbar starker Zahl fanden sich sowohl CD68-positive Makrophagen PAUSE



Inhalt: CD4 Lymphozyten. *Änderung: nur 10-fach. Braune Areale werden durch Kreise hervorgehoben. Die Kreise erscheinen gleichzeitig zu Bildinhalt. + Insert „CD4 10-fach“*

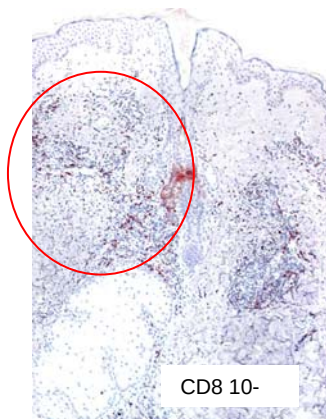
FADE nacheinander.

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer: 2 sek. (+PAUSE)

Ton:

Dialog: ...als auch CD4... (+PAUSE)



Inhalt: CD8 Lymphozyten. *Änderung: nur 10-fach Vergrößerung. Areal wird durch 1 Kreis hervorgehoben. + Insert „CD8 10-fach“*

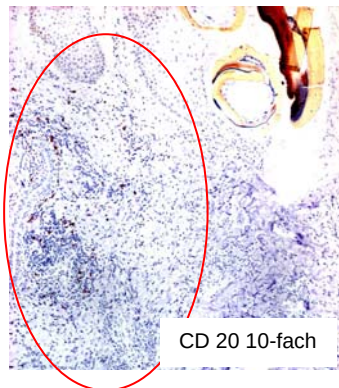
Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

FADE nacheinander

Dauer: 8 sek.

Ton:

Dialog:und CD8 positive Lymphozyten. Während die dendritischen Zellen und Makrophagen verstreut anzutreffen waren und bevorzugt in der tiefen Dermis lagen ...



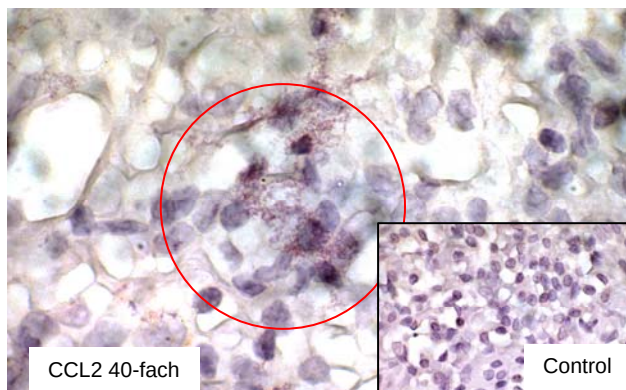
Inhalt: CD 20 B-Zellen. *Änderung: Nur 10-fach Vergrößerung. Dunkle Violette & Schwarze Punkte werden durch Kreis hervorgehoben. +Insert „CD 20 10-fach“*

FADE nacheinander

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer: 7 sek.

Dialog: ... tendierten die T-Zellen und die nur in sehr geringer Anzahl anwesenden B-Zellen dazu, perivaskulär in Clustern aufzutreten. (PAUSE)



Inhalt: CCL2 Zellen, 40-fach Vergrößerung. *Änderung: Zentraler Bildbereich mit dunklen violetten Stellen wird durch Kreis hervorgehoben. + Insert „CCL2 40-fach“ + Negativkontrolle (mit Insert „Control“)*

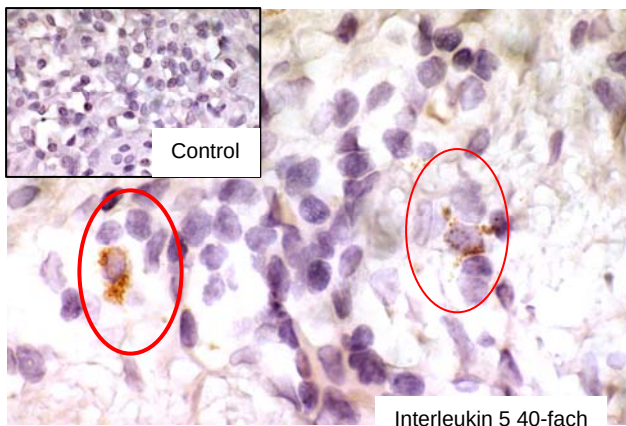
FADE

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung.

Dauer:

Ton:

Dialog: In den Entzündungsinfiltraten wurden mittels Immunhistochemie wenige Zellen gefunden, die positiv für CCL2.



Inhalt: Interleukin 5, 40-fach. *Änderung: Die Zellkerne, die von braunen Kügelchen umgeben sind, werden durch Kreise hervorgehoben. Kreise erscheinen gleichzeitig. +Insert „Interleukin 5 40-fach“ + Negativkontrolle (mit Insert „Control“)*

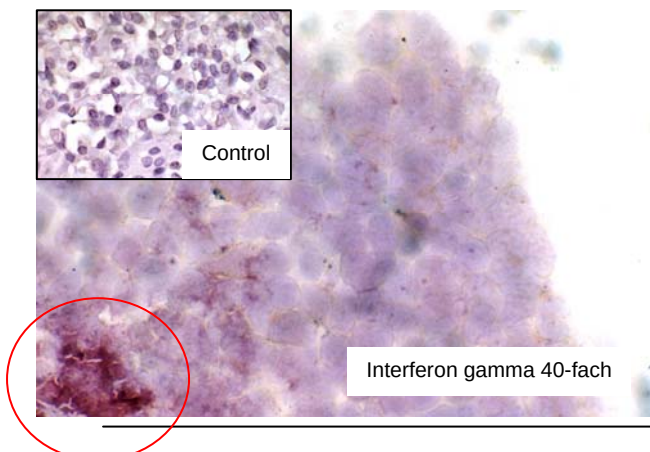
FADE

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer:

Ton:

Dialog: ...Interleukin 5 (PAUSE) ...



Inhalt: H15 Interferon Gamma, 40-fach. *Änderung: Weißer Bereich auf rechter Seite gehört laut PAG weggeschnitten. Hervorzuheben ist der Bereich durch einen Kreis. +Insert „Interferon Gamam 40-fach“ + Negativkontrolle (mit Insert „Control“)*

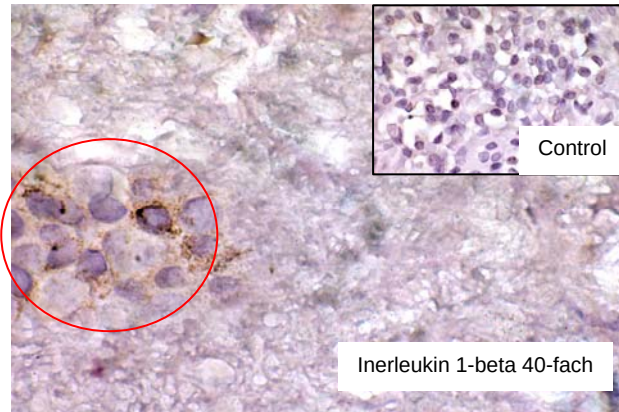
FADE

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer:

Ton:

Dialog: ... Interferon gamma (PAUSE) ...



Inhalt: Interleukin 1-beta, 40-fach. **Änderung:** Areal mit kornförmigen bräunlichen Zellkernen wird durch Kreis hervorgehoben. +Insert „Interleukin 1 – beta 40-fach“ + Negativkontrolle

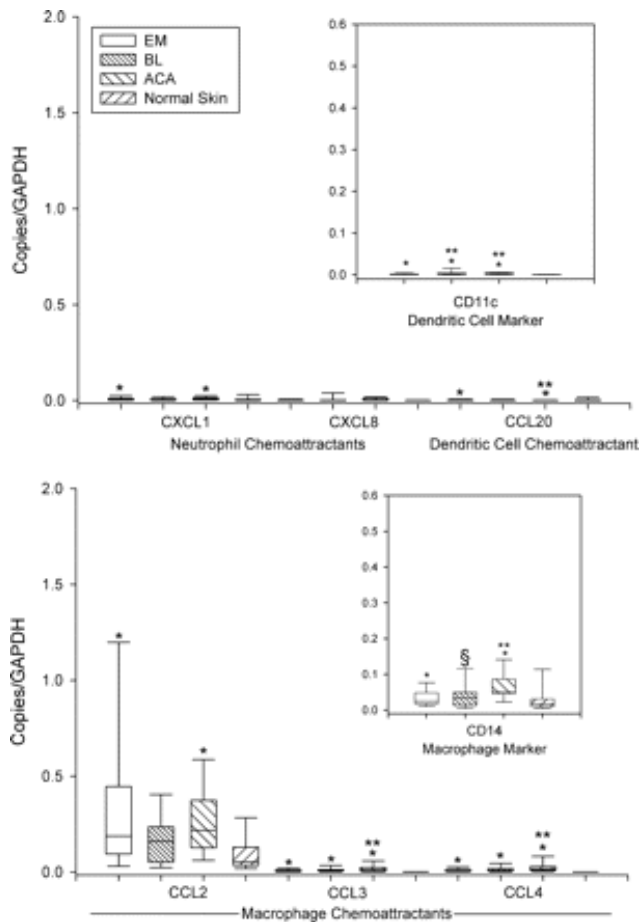
FADE

Größe: VOLLBILD, leichte Bewegung

Dauer:

Ton:

Dialog:... und Interleukin 1-beta waren.



Inhalt: (Platzhalter: Beispiel einer Box Plot Grafik mit 4 Balken.) 1. Box Plot: CXCL 1, CXCL 8, CCL20 zeigen. 2. Box Plot: CCL2, CCL3 & CCL4. Unterschied zu Platzhalter: es erscheinen immer nur 2 Balken (Zecke & normale Haut)→ Dafür: zu 1. CD11c, zu 2. CD14 in Hauptdarstellung.

Farbe: Im Allgemeinzustand alle einfarbig. Bei den entsprechenden Textstellen sollen dann CCL2, 3, 4, CXCL1, 8, CD14, 11c in auffälliger Farbe (evtl. sogar blinkend) gezeigt werden.

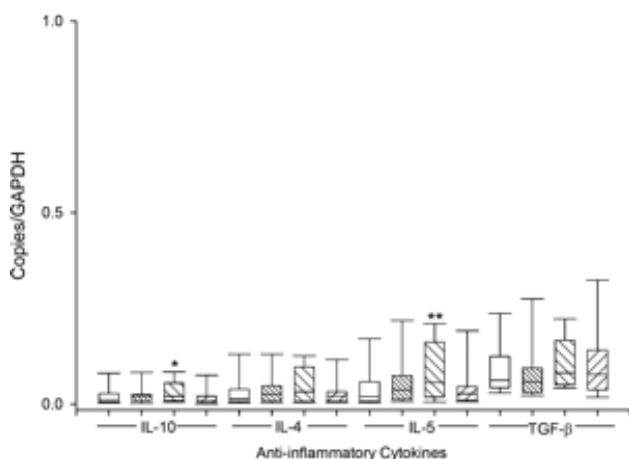
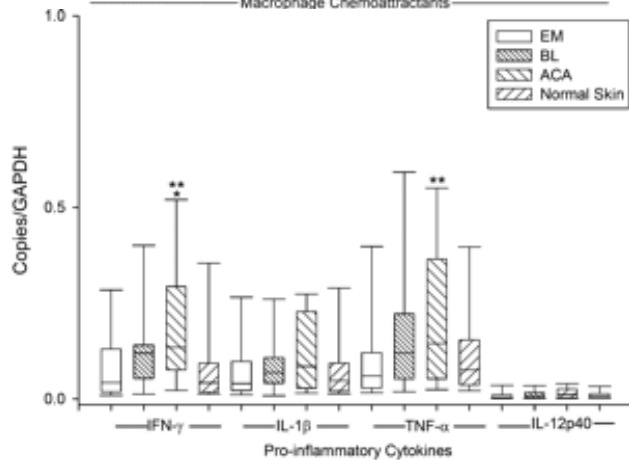
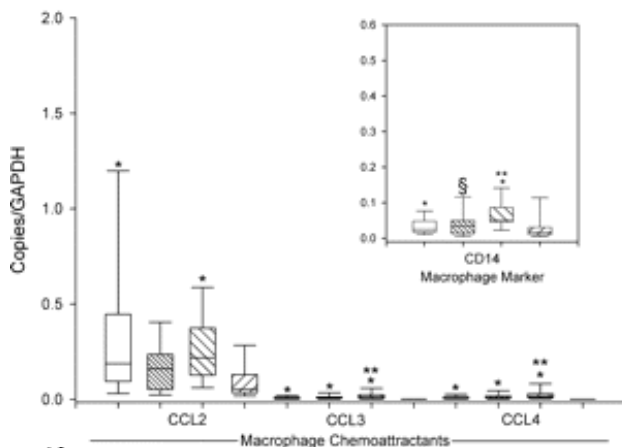
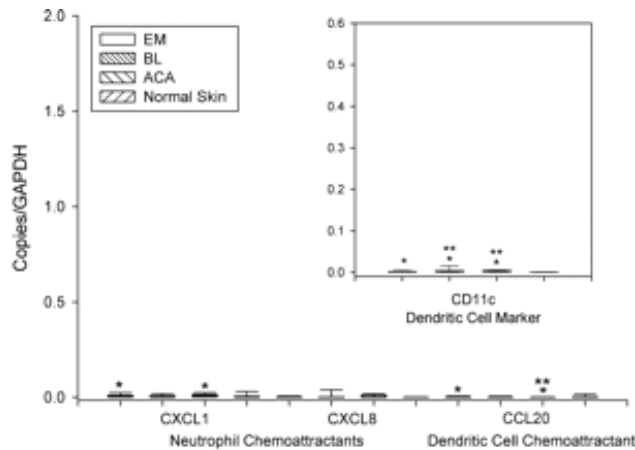
Zusätzlich erscheint bei letztem Satz eine Uhr, die mit fortschreitender Dauer (nach 24h) die Balken verblassen lässt.

Größe: Vollbild

Dauer:

Ton:

Dialog: Die molekularen Analysen der 22 unfixierten Hautproben zeigten hohe bis intermediär hohe und signifikant über dem Niveau normaler Haut gelegene mRNA Level der Makrophagen Chemokine CCL2, CCL3 und CCL4 sowie der Neutrophilen Chemokine CXCL1 und CXCL8. Dies repräsentiert eine deutliche Stimulierung des angeborenen Immunsystems. In Übereinstimmung damit wurden der CD14 Makrophagen Marker und der CD11c Marker für dendritische Zellen signifikant erhöht angetroffen. Die Expressionslevel dieser Moleküle waren insbesondere in den ersten 24 Stunden der Anhaftungszeit groß und begannen danach wieder abzusinken.



Inhalt: (links: Platzhalter als Beispiel einer Box Plot Grafik mit 4 Balken). Selbes Prinzip wie oben. Unterschied: Es treten hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Balken einer Gruppe hervor → sie behalten eine uniforme Farbe für die Dauer des gesamten Textes.

Größe: Vollbild

Dauer:

Ton:

Dialog: Die adaptive Immunantwort schien im Gegensatz dazu weniger aktiviert zu sein. Es wurden unsignifikant hohe mRNA Level der Interferon gamma induzierbaren Chemokine CXCL 9, CXCL 10 und CXCL 11 gefunden, die chemoattraktiv für Th1 Zellen und Effektor CD8 Zellen sind. In Übereinstimmung damit waren die mRNA Level für die Marker von CD4 und CD8 T-Zellen intermediär hoch. Die Expression der Th2-Zell-Chemokine CCL1 und CCL 22 sowie des B-Zell Chemokins CXCL13 und des B-Zell-Markers CD19 waren sehr gering.

Inhalt: (links: Platzhalter als Beispiel einer Box Plot Grafik) Unterschied: Es kommt das Zytokin IL 6 in die Gruppe „proinflammatorische Zytokine“ hinzu.

Ansonsten wie bei Graph 1: Der Gruppe der pro bzw. antiinflammatorischen Zytokine wird je eine uniforme unauffällige Farbe gegeben, während die signifikanten Zytokine (IL-1b und IL-5) blinkend grell bei den entsprechenden Textstellen hervorzuheben sind. Eine Uhr ist nicht nötig.

Größe: Vollbild

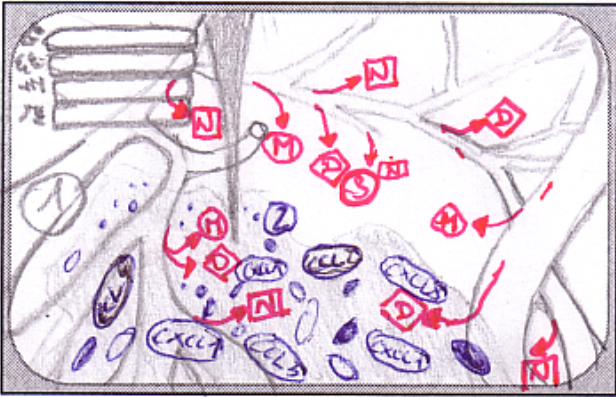
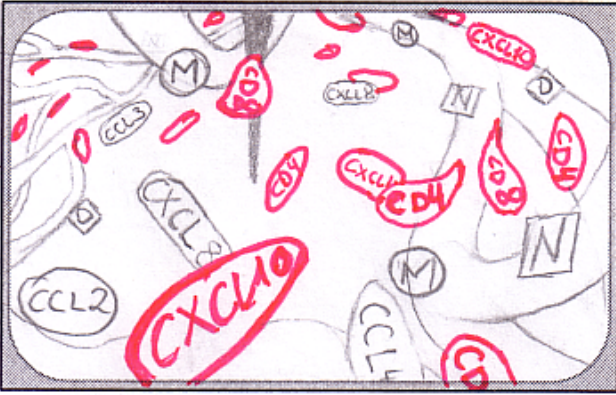
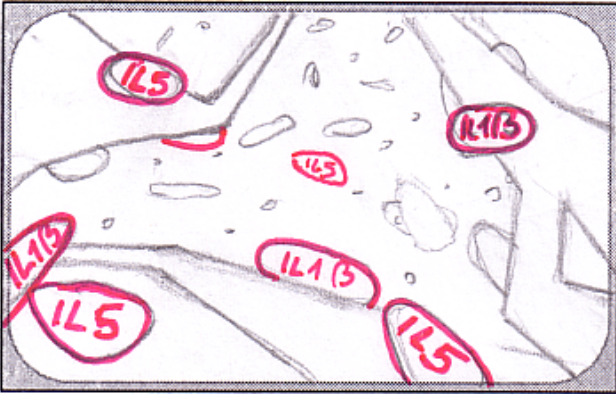
Dauer:

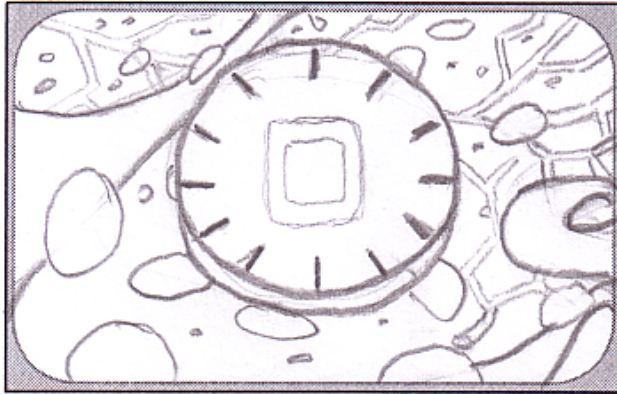
Ton:

Dialog: Die Analyse der mRNA von insgesamt 9 Zytokinen in Zeckenstichläsionen zeigte im Vergleich zu normaler Haut eine signifikant stärkere Expression des proinflammatorischen Makrophagenzytokins Interleukin 1-beta und des antiinflammatorischen von Th2-Lymphozyten produzierten Zytokins Interleukin 5. Die übrigen proinflammatorischen Zytokine Interferon gamma, Interleukin 12, Tumornekrosefaktor alpha und Interleukin 6 sowie antiinflammatorischen Zytokine, Interleukin 10, TGF-beta und Interleukin 4 waren ~~nur~~ nicht signifikant verändert.

KAPITEL 4: Zusammenfassung

Stil: 3 D Animation

Skizze	Beschreibung
	Inhalt: 1) Blutbahnen, Stachel & Speichel mit Molekülen sichtbar 2) Moleküle werden als CCL2, CCL4, CCL3, CXCL 8, CXCL1 sichtbar. 3) Makrophagen (M), Neutrophile (N) werden aus Blutbahnen in Speichel gesaugt. Änderung: Dendritische Zellen (D) erscheinen von oben im Bild 1) wird von 2), 2) wird von 3) abgelöst (sie verlassen) Oben: Legende Größe: TOTAL, langsame Kamerafahrt gerade Dauer: 20 sek. Ton: Dialog: In der vorliegenden Studie wurde erstmals die initiale Auswirkung von Zeckenspeichel auf das lokale Immunsystem menschlicher Haut untersucht. Histopathologische, immunhistochemische und molekulare Analysen der Stichläsionen haben gezeigt, dass es zu einer hochgradigen transienten Aktivierung der angeborenen Immunität kommt, was sich in signifikant erhöhten Quantität von Makrophagen, Neutrophilen und dendritischen Zellen beziehungsweise deren Chemokinen widerspiegelt
	Inhalt: Bild 1 (mit allen Inhalten) semitransparent im Hintergrund farblos; CD4, CD8 (aus Blutbahnen), CXCL 10 (als abstraktes Symbol aus dem Hintergrund) erscheinen. Änderung: Auch die Symbole für CXCL9 & 11. ABER: SOWOHL CD4 UND CD8 ALS AUCH DIE CXCLs IN EINER ERKENNBAR GERINGEREN ZAHL ALS ALLE MARKER IM BILD ZUVOR! Größe: TOTAL, langsame Kamerafahrt seitlich Dauer: 10 sek. + Pause Ton: Dialog: Die Aktivierung des adaptiven Immunsystems ist zu diesem Zeitpunkt deutlich geringer ausgeprägt und umfasst die Infiltration mit CD4 und CD8-Zellen sowie die Expression deren Chemokine CXCL 9 bis 11 (PAUSE)
	Inhalt: Bild 2 wird ebenfalls semitransparent u. farblos im Hintergrund; IL5 & Interleukin 1-beta faden ein. Legende erscheint li. Oben. Änderung: Die selbe starke Anzahl wie die Elemente aus Bild 1! Größe: HT, langsame Kamerafahrt gerade Dauer: 13 sek Ton: Dialog: Erhöhte Spiegel von proinflammatorischen Zytokinen, insbesondere Interleukin-1beta sowie eine kompensatorische, antiinflammatorische Antwort mit dem Th2 Zytokin Interleukin 5 fügen sich in dieses Reaktionsmuster ein.



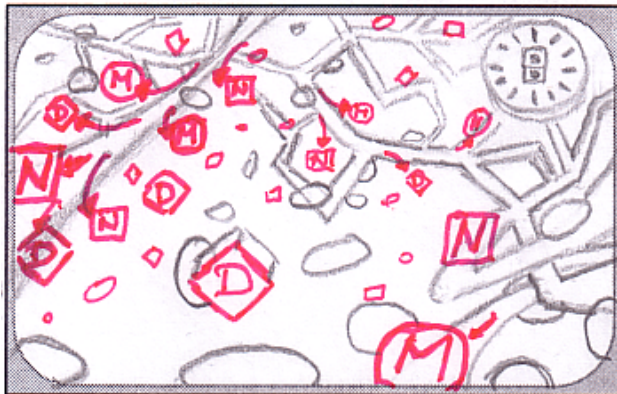
Inhalt: Die Uhr beginnt im Vordergrund zu laufen;
Änderung: In linker oberer Ecke ist der Zecken-Stachel sichtbar!

Größe: TOTAL, langsame Kamerafahrt zurück

Dauer: 8 sek.

Ton:

Dialog: Es kann im Unterschied zum Mausmodell spekuliert werden, dass bei den für Menschen typischerweise kurzen Anhaftungszeiten von Zecken von meist nicht mehr als 24 Stunden in der Haut eine starke ...



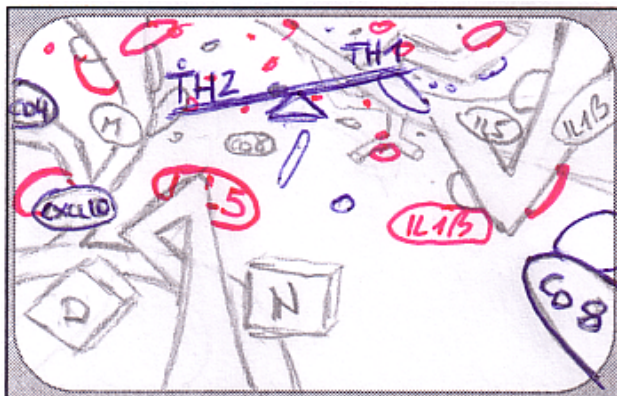
Inhalt: Bild 1 mit allen Details leuchtet wieder in Farbe auf. Die Uhr minimiert in den rechten oberen Bildschirmrand und läuft 24h. Nach wenigen Sekunden wird auch Bild 1 wieder semitransparent und farblos.

Größe: TOTAL, langsame Kamerafahrt zurück

Dauer: 6 sek.

Ton:

Dialog: ... durch Zellen der angeborenen Immunität getragene Abwehrreaktion ausgebildet wird, die sehr effektiv in der Abwehr von Krankheitserregern ist.



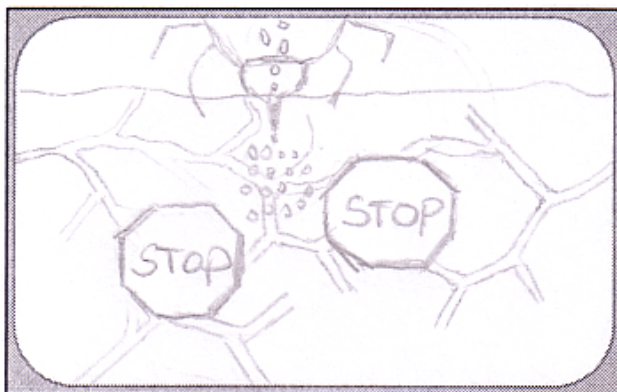
Inhalt: Waage erscheint in kleinem Format (evtl. Mit Pfeil auf TH2 Seite) semitransparent/farblos statt Uhr, dann leuchtet Bild 2 gemeinsam mit Bild 3 FARBIG auf und wird farblos. Die Waage tritt kurz groß in den Vordergrund, Bild 2 & 3 verblassen, Bild 1 tritt noch einmal hervor.

Größe: TOTAL, Bild steht

Dauer: 24 sek.

Ton:

Dialog: Die begünstigende immunologische Th2 Shift, eine Infektion im Mausmodell mit experimentell langer Einwirkungszeit von Zeckenspeichel, ist in dieser Humanstudie mit kurzen Zeckenanhaftungszeiten nur tendenziell durch ein Überwiegen von Interleukin 5 ausgebildet.



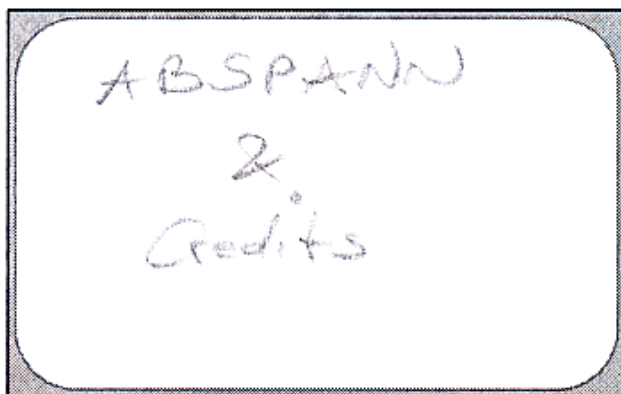
Inhalt: *Änderung: Zecke steckt samt Krankheitserregern in der Haut. Die Krankheitserreger werden durch den Stachel mit dem Speichel ins Gewebe injiziert. Im Gewebe können Sie sich aber nicht ausbreiten, da eine Blockade auftaucht und diese daran hindert.*

Größe: CU

Dauer:

Ton:

Dialog: Diese örtliche Immunreaktion der Haut könnte ein Grund dafür sein, dass in Relation zu den Millionen jährlichen Stichen mit infizierten Zecken in der europäischen Bevölkerung, die Inzidenz von Zeckenkrankheiten auffallend niedriger ist, also der Manifestationsindex gering ist.



Inhalt: Abspann mit Rollenbeschreibungen und Logos.

Größe: VOLLBILD

Dauer: 30 sek.

Ton:

Dialog: