

**2. Bürgerforum „Zukunft statt Braunkohle“
Cottbus 27.10.2007**

Workshop 2: Ökosystemare Folgen des Braunkohlebergbaus – Auswirkungen auf Landschaft und Gewässer

Leitung: Dr. Dieter Leßmann

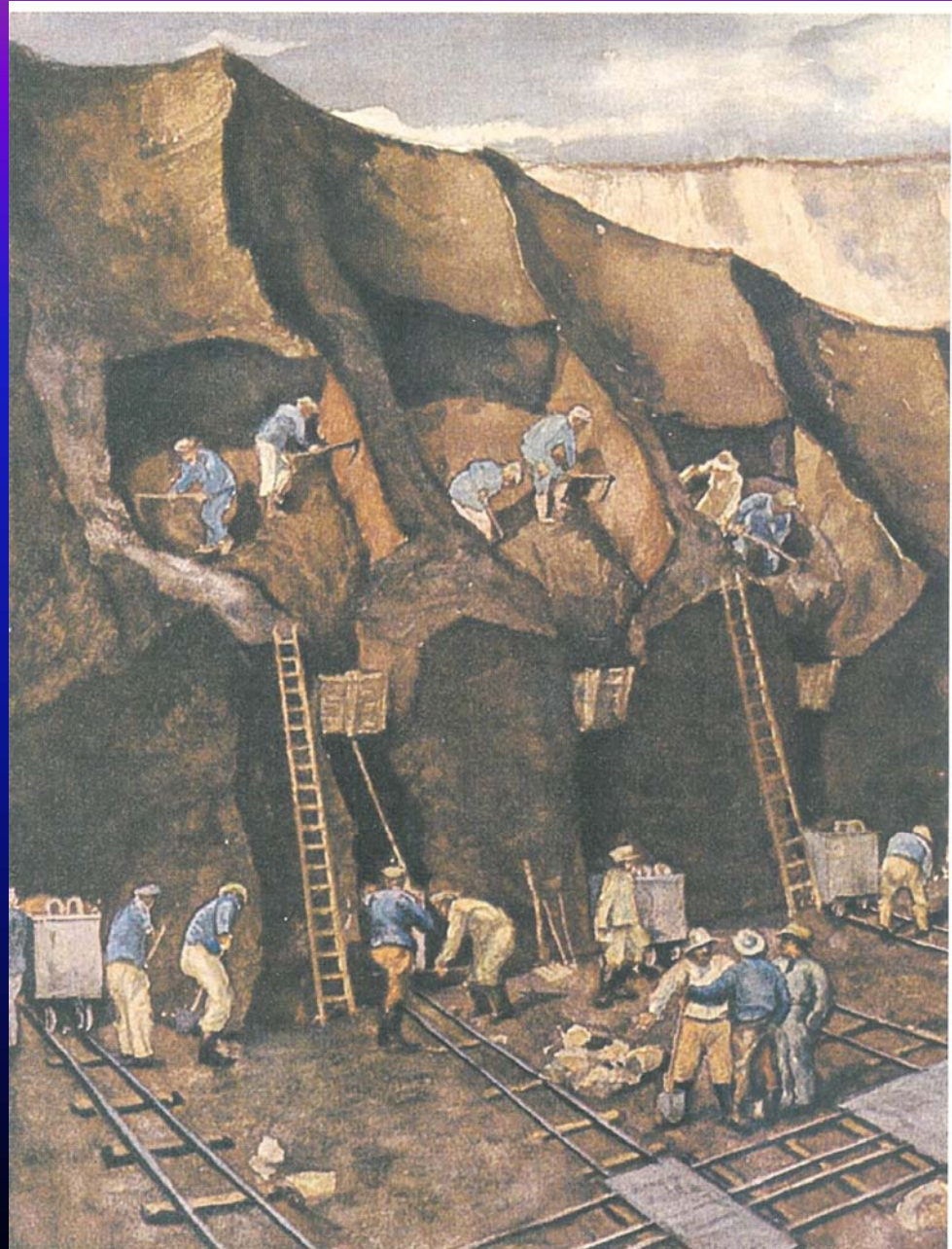
**Lehrstuhl Gewässerschutz
Brandenburgische Technische Universität
Cottbus**

Postfach 101344, 03013 Cottbus

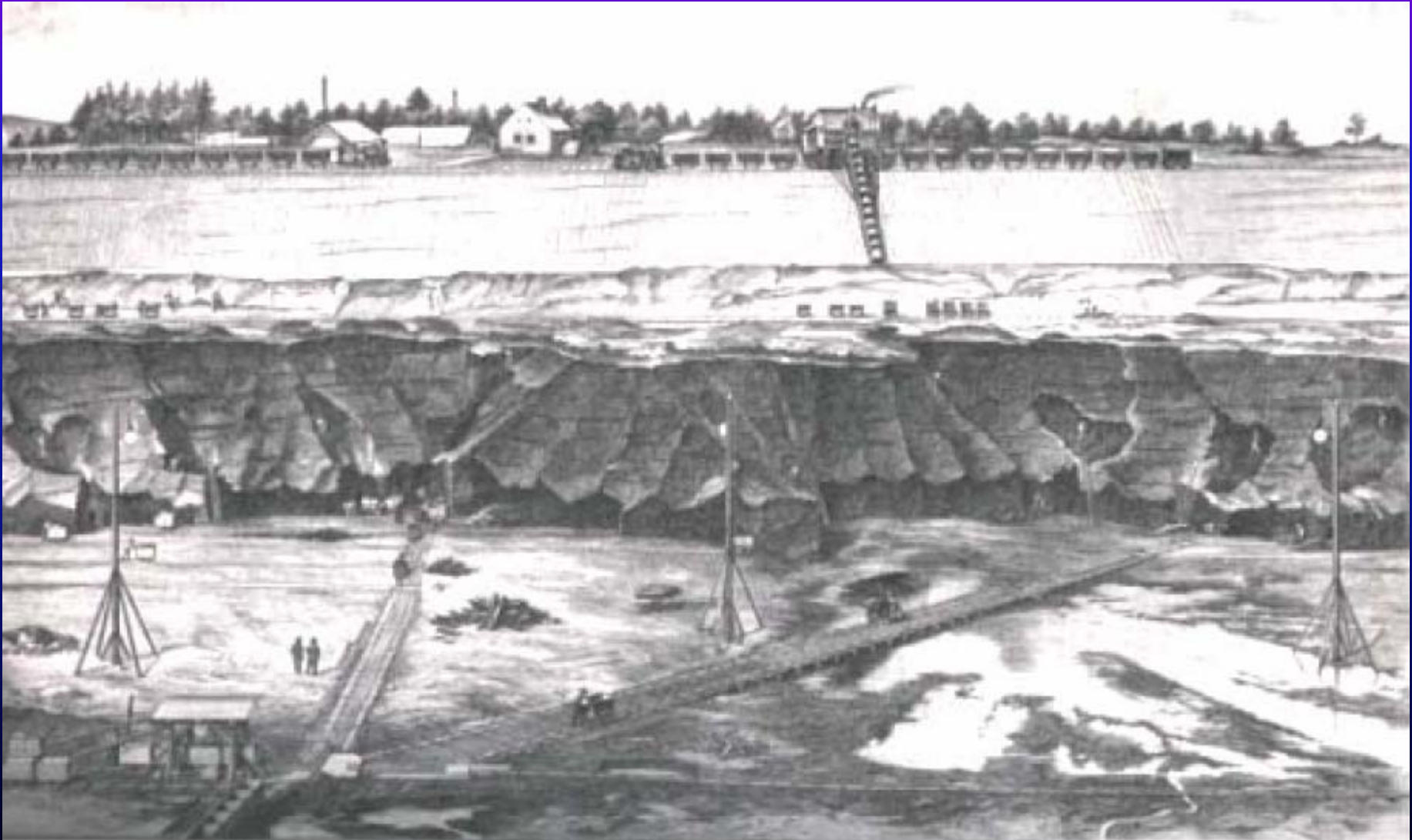
E-Mail: lessmann@tu-cottbus.de



Braunkohlebergbau im 19. Jahrhundert



Braunkohleförderung um 1900



Abraumförderbrücke im Tagebau „Agnes“ 1924

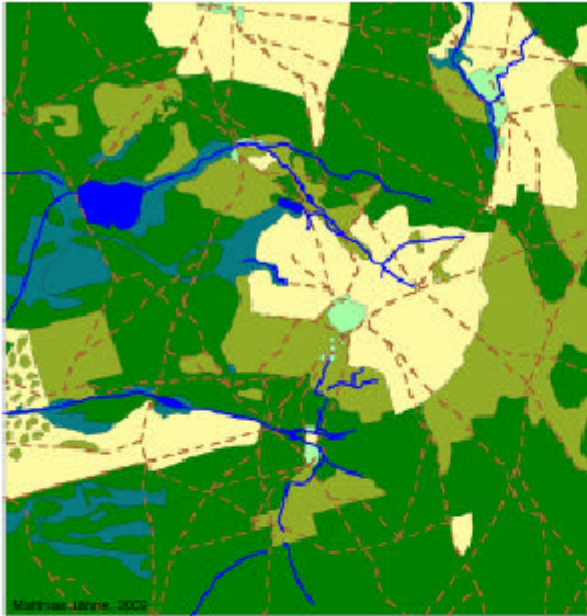


LAUBAG 2000

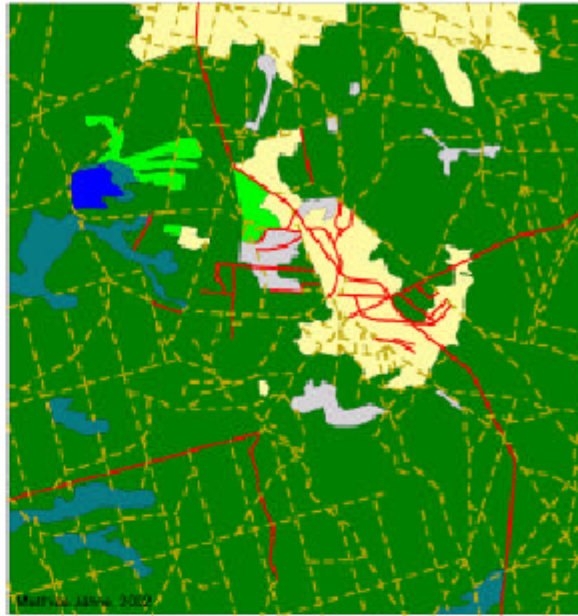
Stadt- und Landkreise	Jahre	Acker- und Gärten	Wiesen	Weiden, Hutungen, Öd- und Unland	Wald
Kalau	1849	41,1	9,2	10,4	39,4
	1883	38,5	13,7	3,8	38,6
	1935	35,7	12,5	13,4	36,2
Kottbus	1849	45,5	16,3	11,5	26,8
	1887	34,6	15,9	3	39,7
	1935	32,1	17,7	4,4	44,3
Krossen	1849	44,4	7,5	7	41,2
	1887	32,5	7,3	3,3	50,8
	1935	26,9	9,7	3,6	59,2
Guben	1849	44,3	8,9	8,1	38,7
	1887	39,3	8,5	6,1	40,6
	1935	33,2	9,7	5,2	50,5
Lübben	1849	46,2	9,9	7,5	36,4
	1887	31,2	11,8	6,7	44,7
	1935	27,7	13,3	2,8	55,5
Luckau	1849	50,9	9,5	8,8	30,9
	1887	41,1	10,2	6,5	37,7
	1935	38,6	10,7	6	43
Sorau	1849	37,9	7,5	6,7	47,8
	1887	34,6	8,6	3,5	48,5
	1935	32,2	8,9	5,1	51,8
Spremberg	1849	38,2	3	3,7	55,1
	1887	33,8	4,7	3,2	53,2
	1935	30,6	4,7	9,8	52,9
RB Frankfurt	1849	54,4	10	7	28,6
	1887	-	-	-	-
	1935	53,8	-	3,2	40,7

Veränderung der Landnutzung in der Niederlausitz (Nutzung in %)

1847



1920



Entwicklung der Landnutzung bei Calau

Landnutzung

-  Bergbaugebiet
-  Feld
-  Feuchtwiese
-  Gewässer
-  Grünland
-  Wald
-  Strassen
-  Wege



500 0 500 1000 1500 Meter



1999

Niederlausitzer Tagebaulandschaft



© 2007 Europa Technologies
Image © 2007 TerraMetrics
Image © 2007 GeoContent
© 2007 Tele Atlas

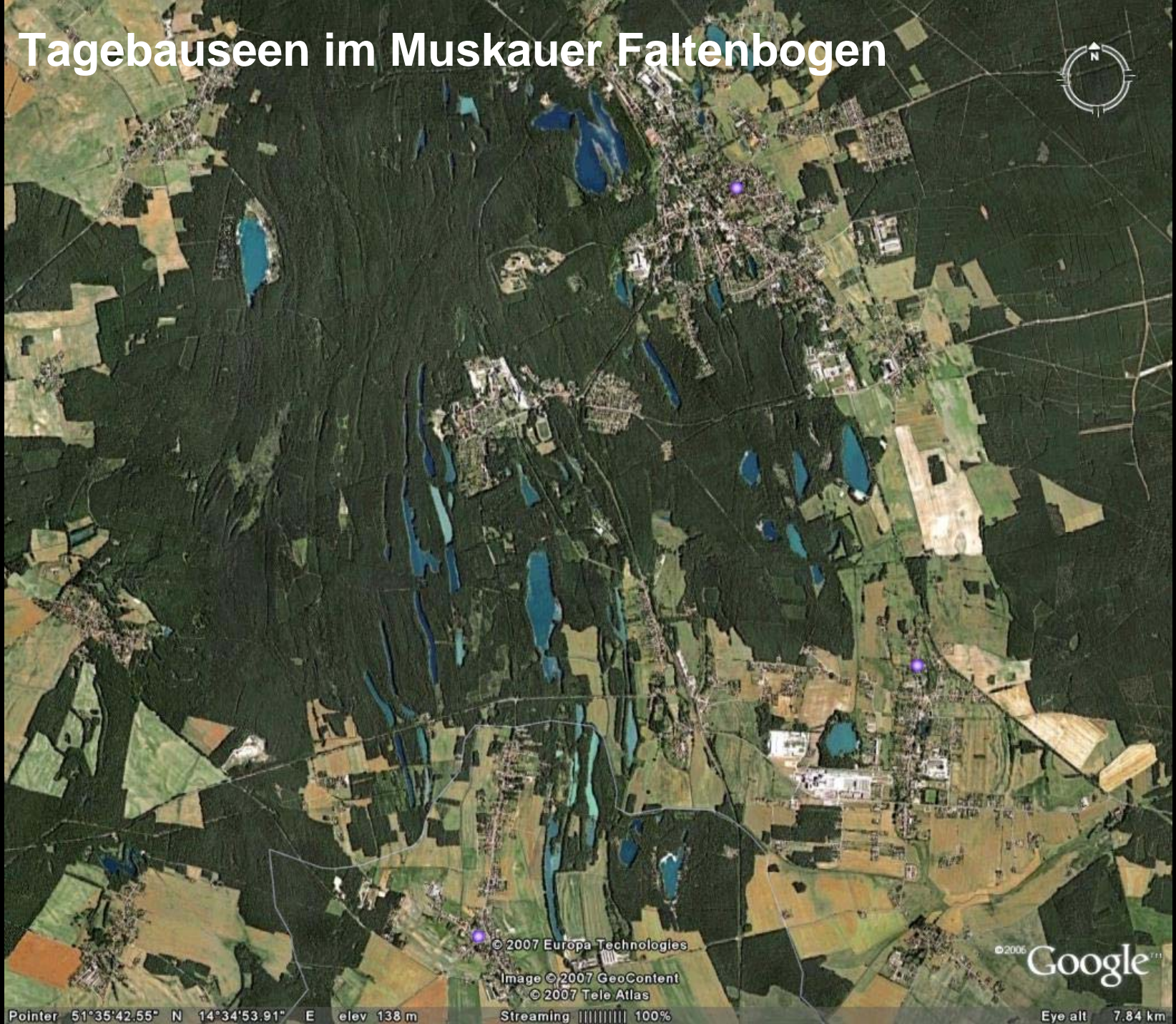
© 2006 Google™

Pointer 51°34'59.42" N 14°09'01.00" E elev 121 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 72.97 km

Tagebauseen im Muskauer Faltenbogen



© 2007 Europa Technologies

Image © 2007 GeoContent
© 2007 Tele Atlas

© 2006 Google

Pointer 51°35'42.55" N 14°34'53.91" E elev 138 m

Streaming 100%

Eye alt 7.84 km

Tagebauseen bei Senftenberg



© 2007 Europa Technologies

Image © 2007 GeoContent
© 2007 Tele Atlas

© 2006 Google

Pointer 51°31'05.04" N 14°05'16.65" E elev 109 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 20.11 km

Tagebau Jänschwalde



© 2007 Europa Technologies

Image © 2007 GeoContent

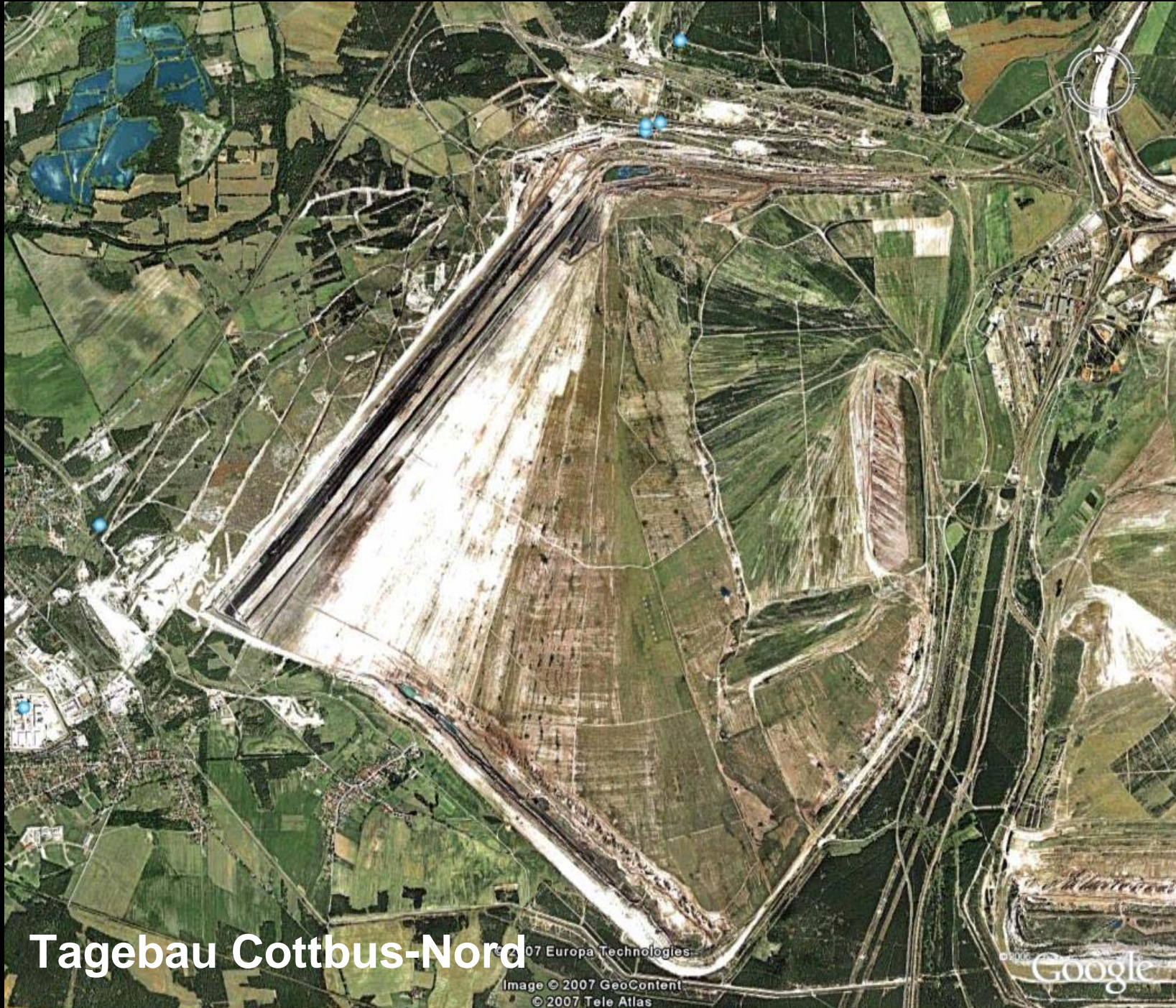
© 2007 Tele Atlas

Streaming 100%

Google

Pointer 51°48'33.43" N 14°32'46.38" E elev 62 m

Eye alt 6.53 km



Tagebau Cottbus-Nord

© 2007 Europa Technologies

Image © 2007 GeoContent
© 2007 Tele Atlas

Google

Pointer 51°46'34.07" N 14°26'13.77" E elev 56 m

Streaming 100%

Eye alt 6.53 km

Zukünftiges Tagebaugebiet Spremberg-Ost und Bagenz



© 2007 Europa Technologies

Image © 2007 GeoContent
© 2007 Tele Atlas

© 2006 Google

Pointer 51°34'38.75" N 14°28'33.84" E elev 141 m

Streaming 100%

Eye alt 19.40 km

Lausitzer Braunkohlerevier

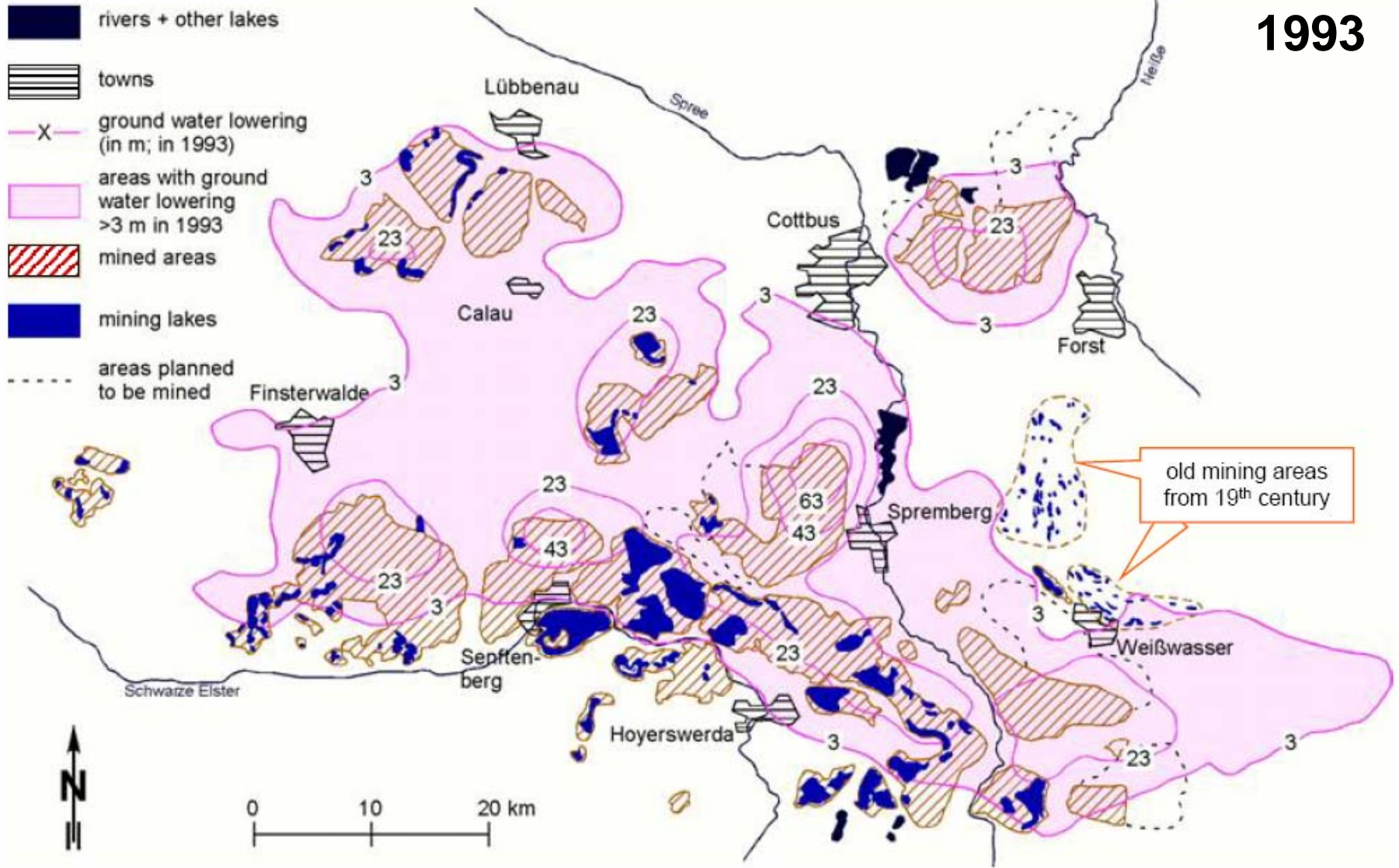


Braunkohlegroßtagebaue: 17
Flächeninanspruchnahme: 800 km²
Sümpfungswassermenge: 30 m³/s
Grundwasserabsenkungstrichter: 2500 km²
Grundwasserdefizit: 13 Mrd m³

(Maximalwerte von 1989)

Grundwasserabsenkung im Lausitzer Tagebaurevier

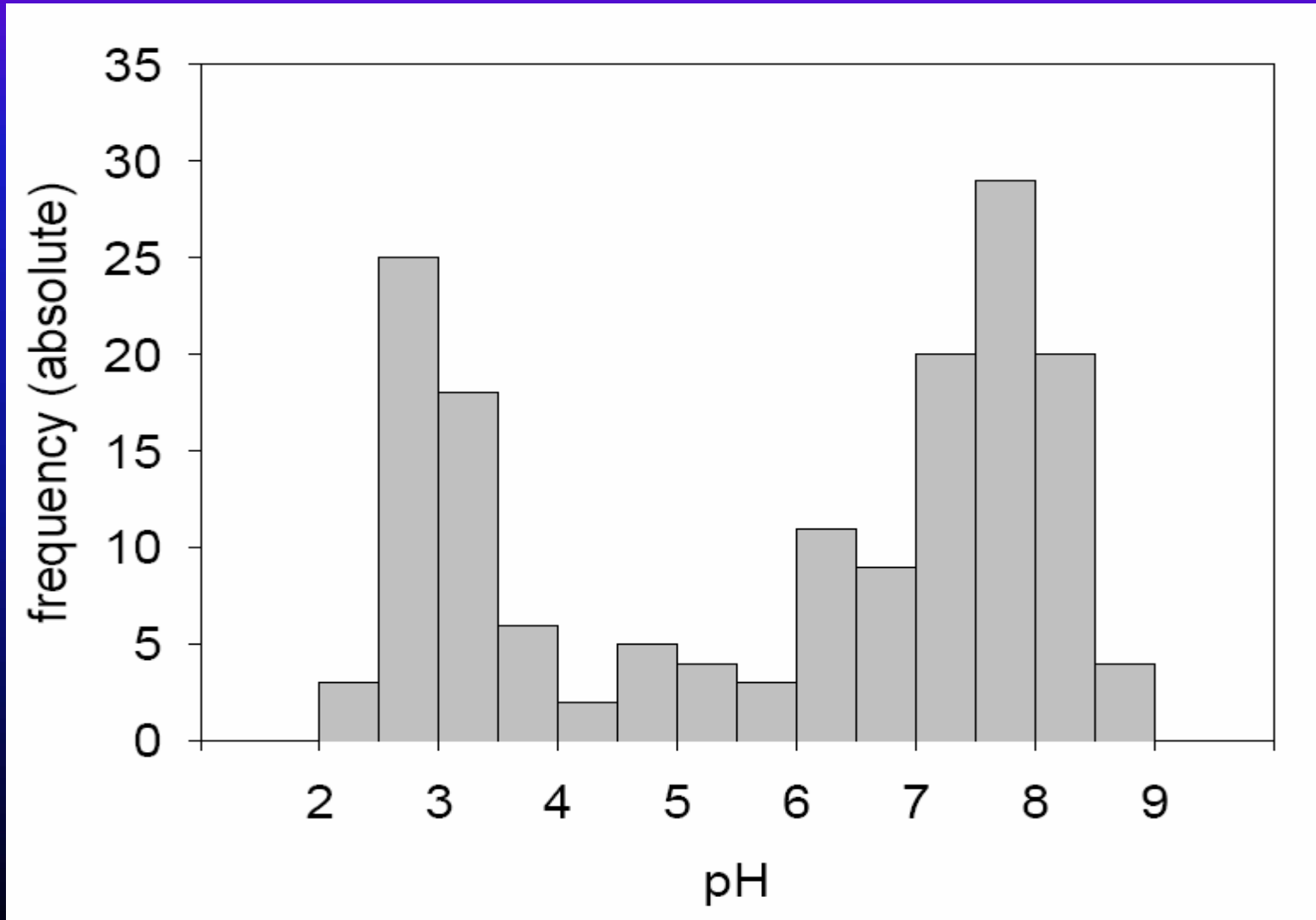
1993



Vom Tagebau zum See



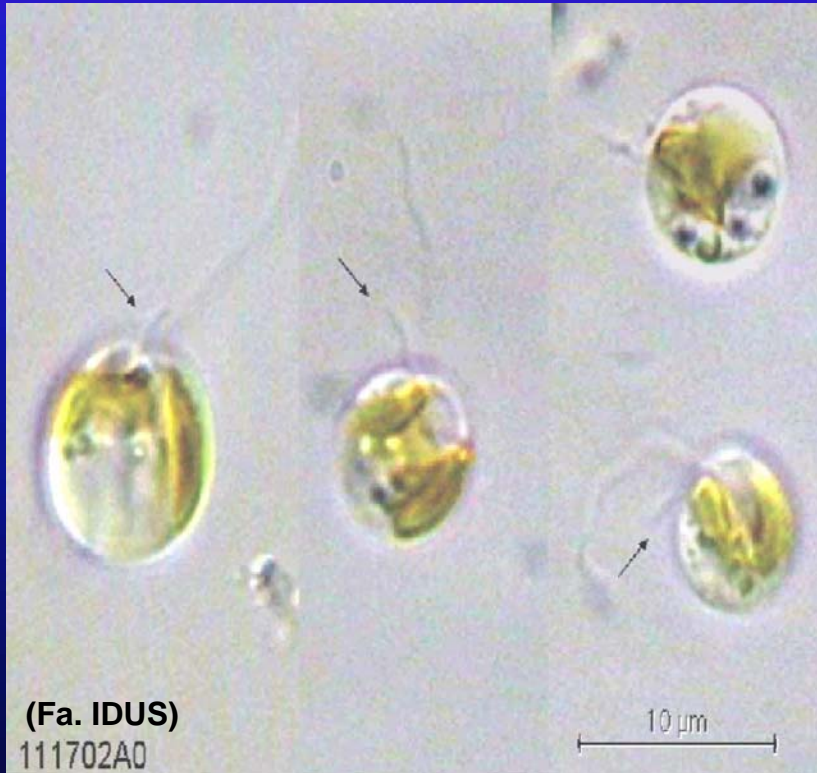
Verteilung der pH-Werte in Lausitzer Tagebauseen



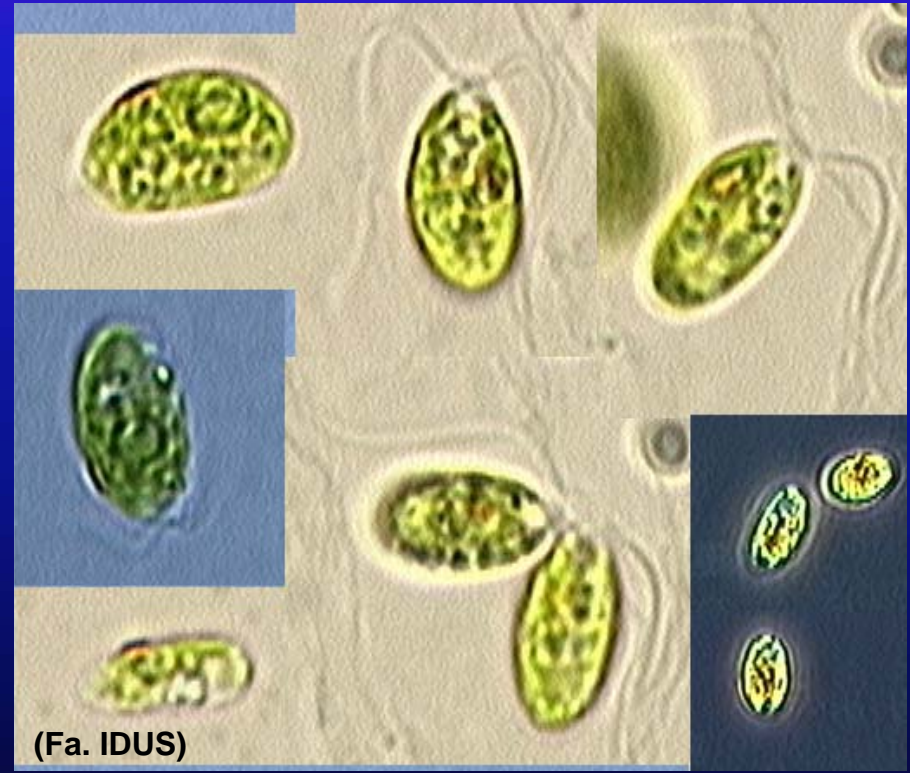
Phytoplankton-Arten in Tagebauseen mit pH-Werten < 3

Phylum / Class	Taxon	Presence [%]	Dominance
Heterokontophyta Chrysophyceae	<i>Chromulina</i> sp.	53	subd – eu
	<i>Ochromonas</i> spp. (6 types)	100	eu
Bacillariophyceae	<i>Eunotia exigua</i> Rabenhorst	73	subr – dom
	<i>Nitzschia</i> sp.	40	subr – dom
Cryptophyta Cryptophyceae	<i>Cyathomonas</i> sp.	40	subr – eu
	<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	7	eu
Dinophyta Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i> sp.	20	subr – eu
	<i>Peridinium umbonatum</i> Stein	13	subr – rec
Euglenophyta Euglenophyceae	<i>Euglena mutabilis</i> Schmitz	60	subr – dom
	<i>Lepocinclis teres</i> f. <i>parvula</i> (Schmitz) Francé	67	subr – eu
Chlorophyta Prasinophyceae	<i>Scourfieldia cordiformis</i> Takeda	27	subr – eu
Chlorophyceae	<i>Chlamydomonas</i> spp.	100	subd – eu
Trebouxiophyceae	<i>Nanochlorum</i> sp.	7	eu

Phytoplankton-Taxa in sauren Tagebauseen

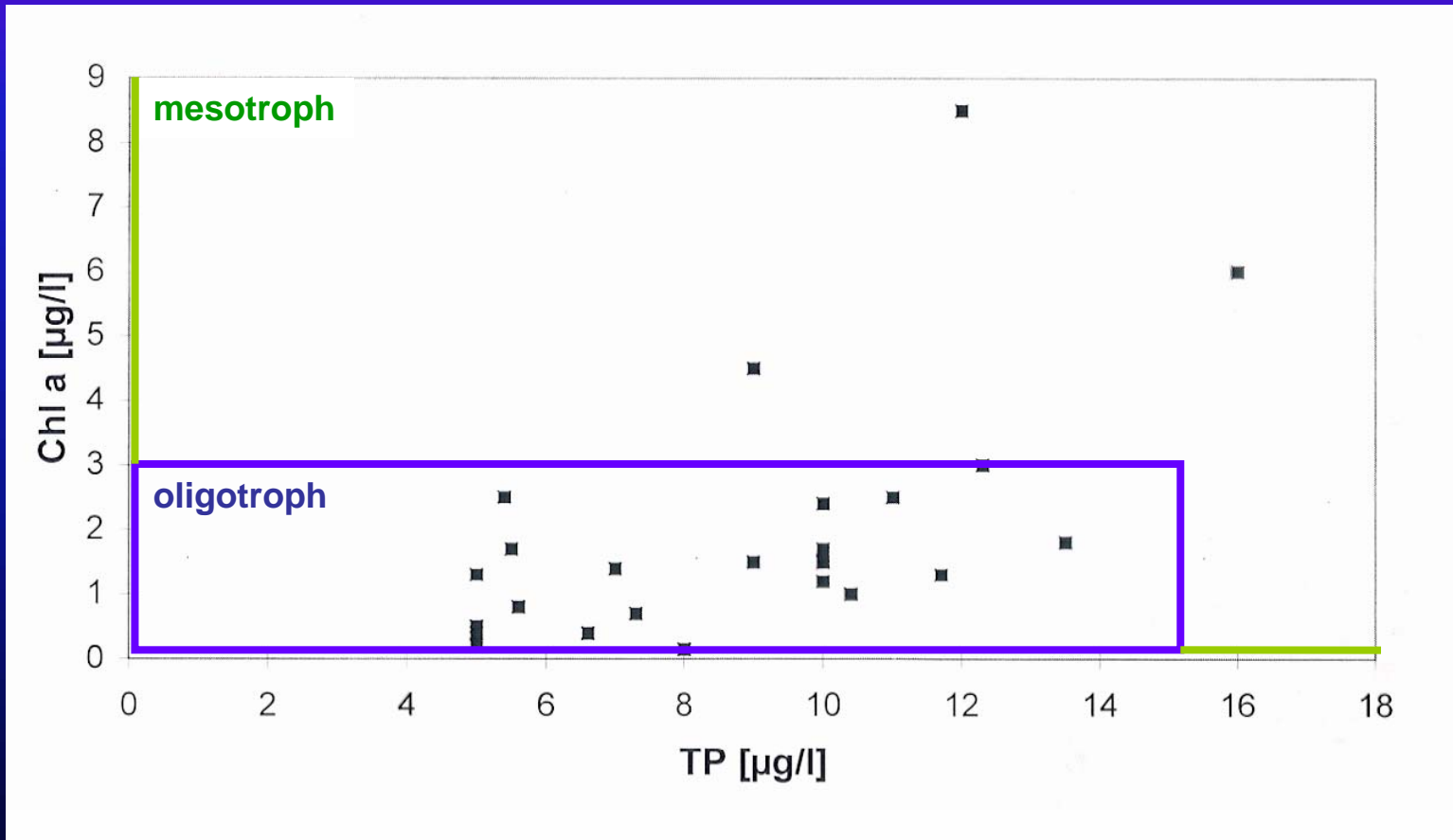


Ochromonas spp.



Chlamydomonas sp.

Trophie-Status von Lausitzer Tagebauseen



Zooplankton in Tagebauseen

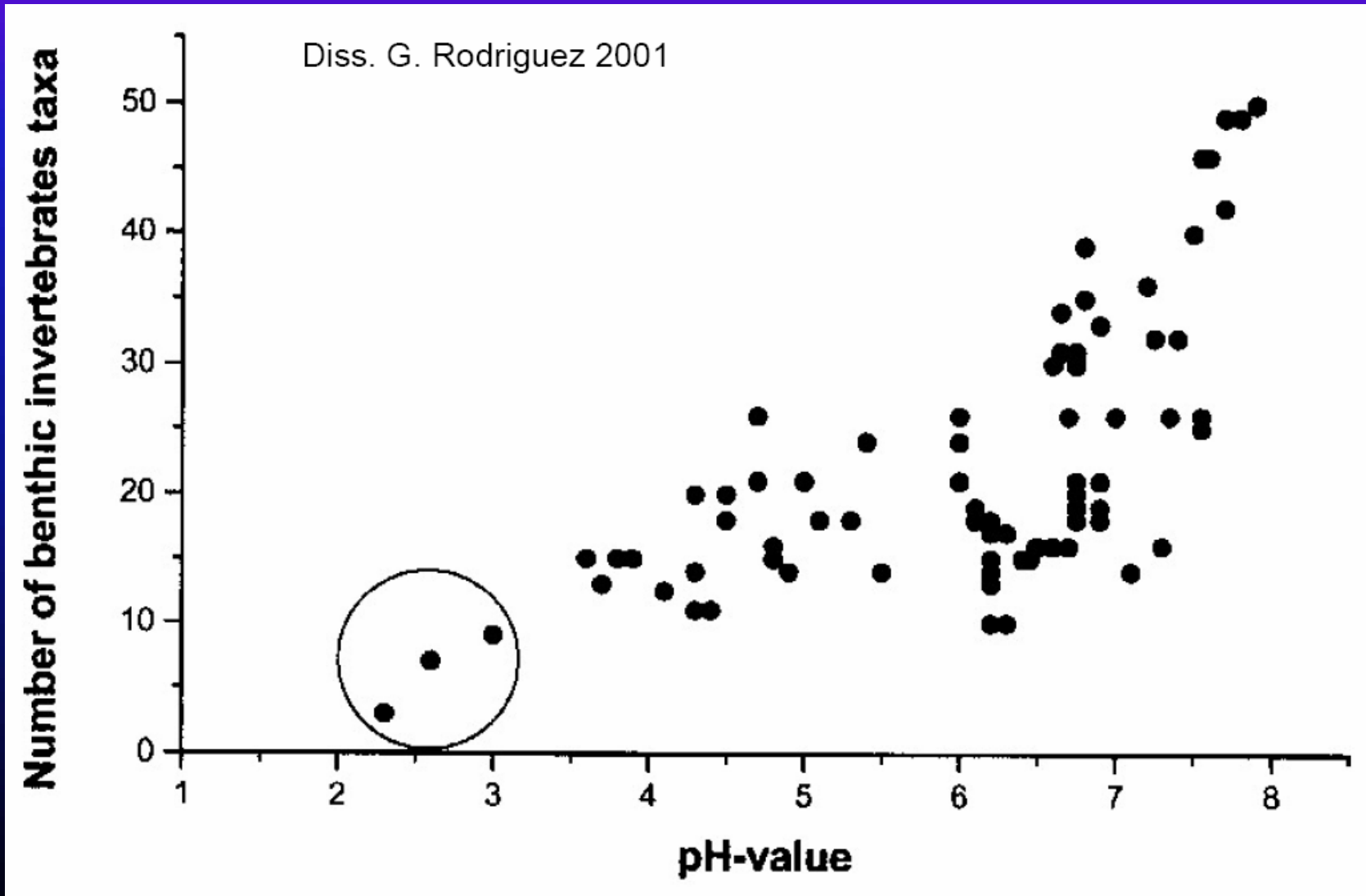


Deneke

Brachionus sericus (Rotatoria)

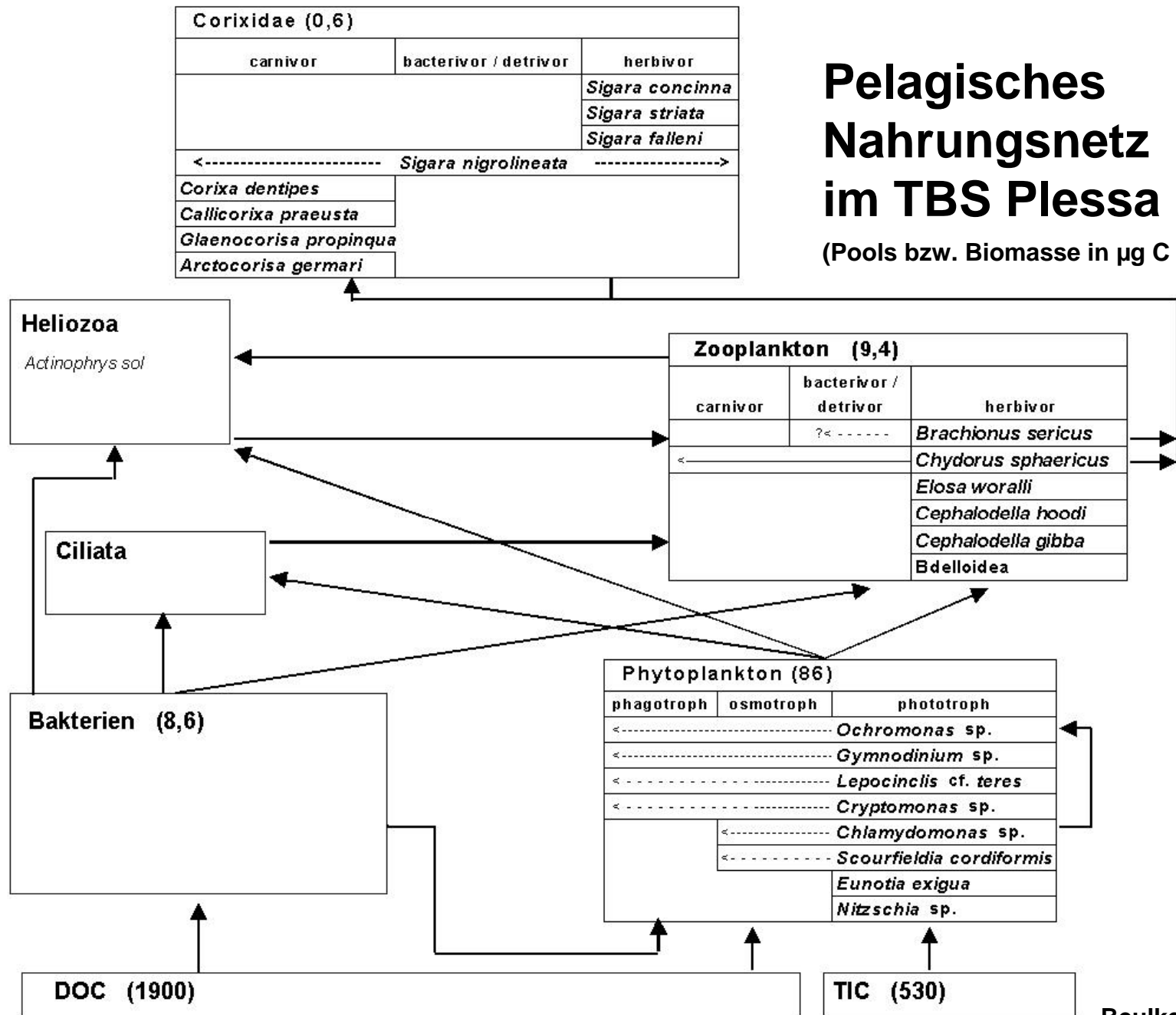
pH Arten	2,3 - 3,8 Tagebauseen	5,5 RL Gräbendorf	>>4 Weichwasserseen
Rotatoria			
<i>Bdelloidae</i>	++	+++	+
<i>Elosa worallii</i>	+++	+	?
<i>Cephalodella hoodi</i>	+++		
<i>Brachionus sericus</i>	+++	+++	?
<i>Cephalodella gibba</i>	+	+	
<i>Lecane lunaris</i>	o	o	+
<i>Trichocerca similis</i>	o	o	+
<i>Polyarthra dol./vul.</i>		+	+++
<i>Keratella cochlearis</i>		+	+++
<i>Keratella quadrata</i>			+++
<i>Keratella testudo</i>		+	++
<i>Filinia longiseta</i>		o	+++
Crustacea			
<i>Cyclopoida</i>	o	+	+
<i>Thermocyclops sp.</i>			+
<i>Eudiaptomus gracilis</i>			+++
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	++	++
<i>Bosmina longirostris</i>			+++
<i>Ceriodaphnia spp.</i>		o	+++
<i>Eubosmina coregoni</i>		+	+

Makroinvertebraten-Artenzahl im Verhältnis zum pH-Wert



Pelagisches Nahrungsnetz im TBS Plessa 117

(Pools bzw. Biomasse in $\mu\text{g C L}^{-1}$)



Zusammenstellung der objektbezogenen Nutzungsziele von ausgewählten Tagebauseen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier

Tagebausee	Land	Nutzungsziele			
		Fischgewässer	Badegewässer	Speicher	Landschaftssee
Bärwalde	SN	S	S	I	S
Lohsa II	SN			I	
Dreiweibern	SN	S		S	
Burghammer	SN			S	I
Scheibe	SN	S	S		
Spreetal	SN	S	S		S
Laubusch	SN/BB				S
Koschen	SN/BB	S	S, X	I, X	X
Skado	SN/BB	S	S, X	I, X	X
Sedlitz	BB		X	X	X
Ilse-See	BB		X		X
Bergheide	BB		X		X
RL 129 - 131	BB				X
Greifenhain	BB		X		X
Gräbendorf	BB		X		X
Klinge	BB		X		X
Bischdorf	BB		X		X
Schönfeld	BB		X		X
Drehna	BB		X		X
Beesdau-Schlabendorf	BB		X		X
Lichtenau	BB				X

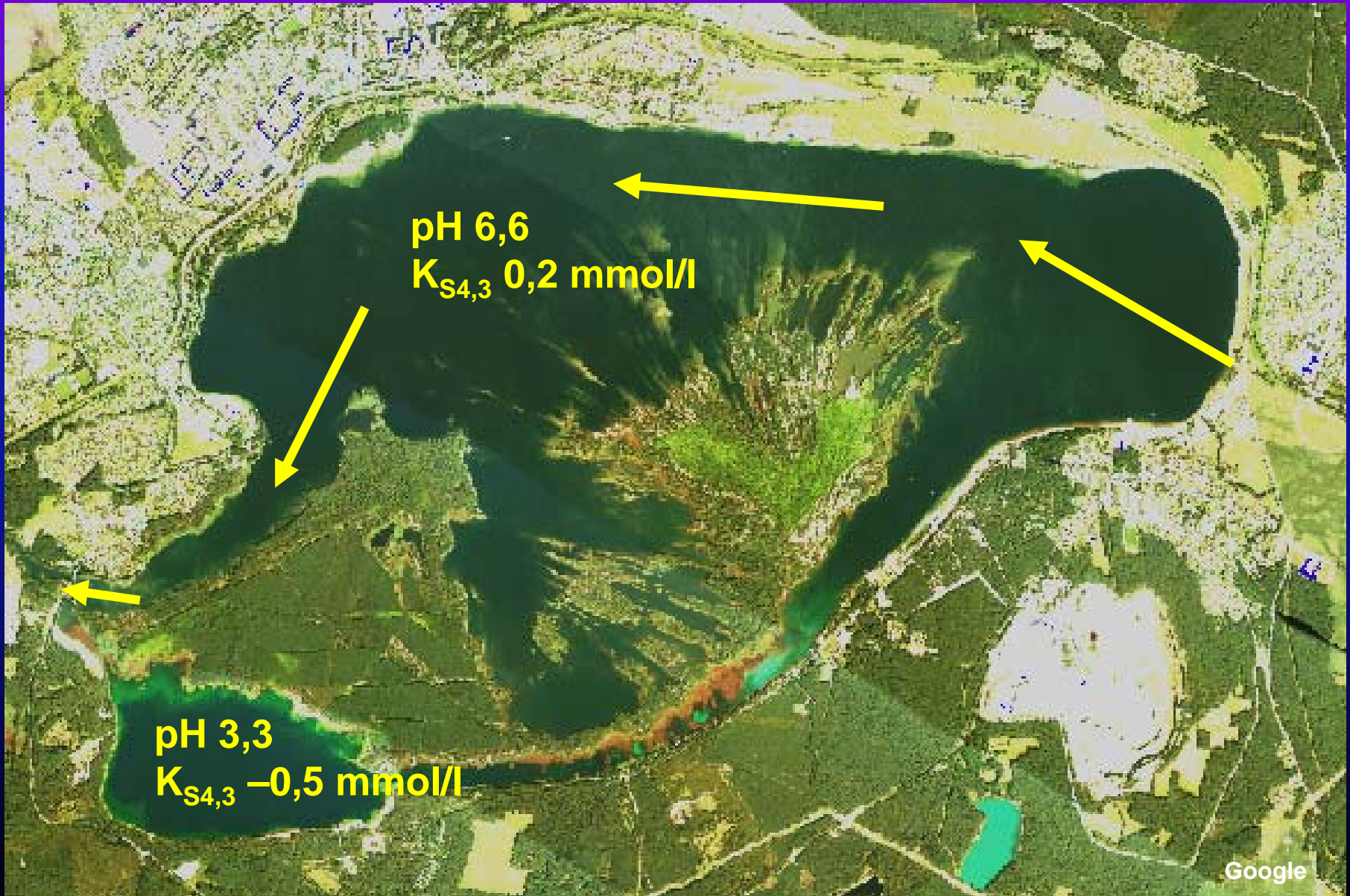
Legende: S Sollziele gem. Sanierungsrahmenplan (SN)
 I Istziele gem. Sanierungsrahmenplan (SN)
 X Nutzungsziele gem. Sanierungsplan (BB)

Flutung Bischdorfer See



Foto: LMBV

Tagebausee Senftenberg



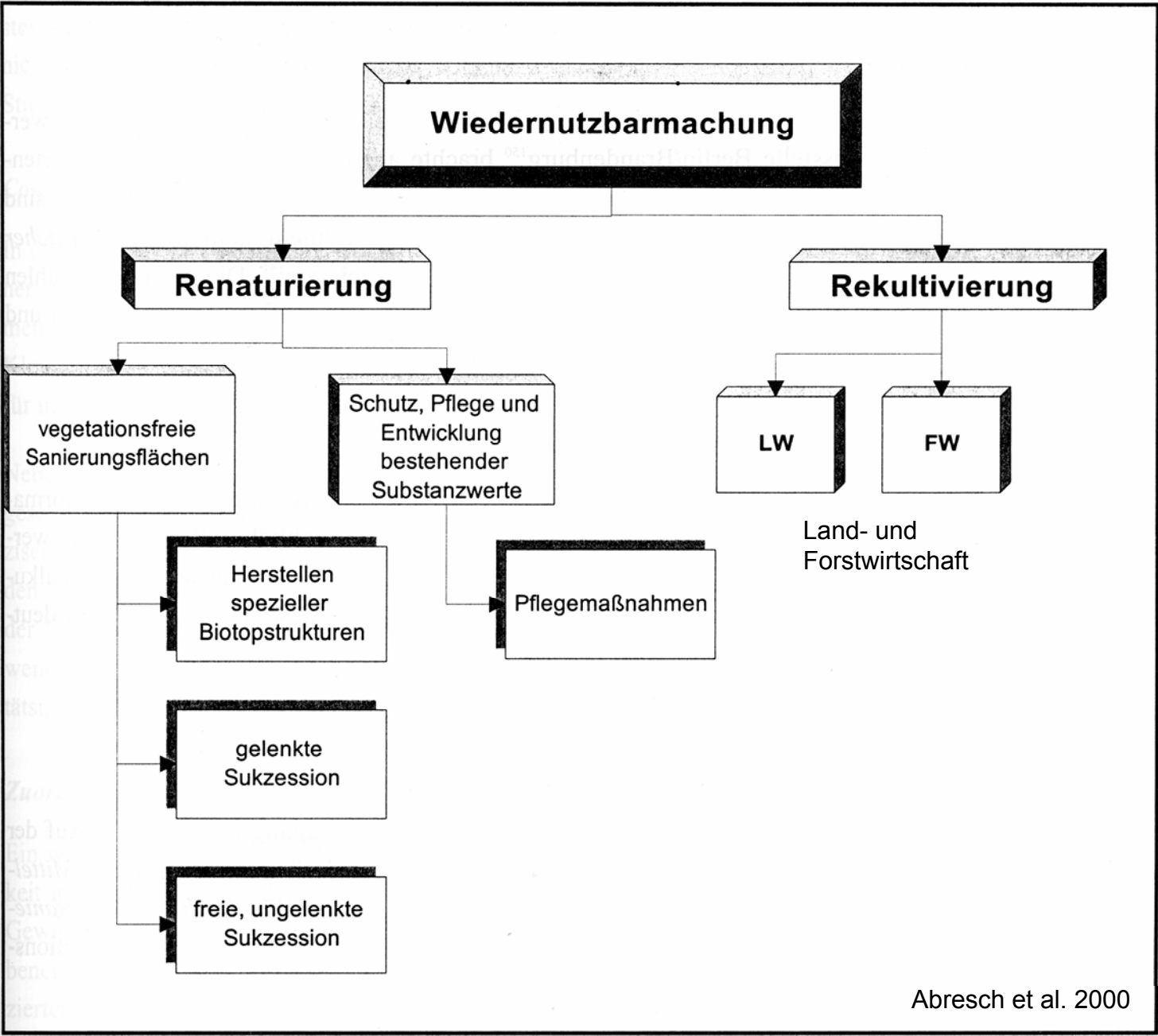
Nutzungswandel auf Tagebauflächen

	vor dem Bergbau	nach dem Bergbau
Landwirtschaft	22 %	12 %
Forst	60 %	56 %
Gewässer	8 %	25 %

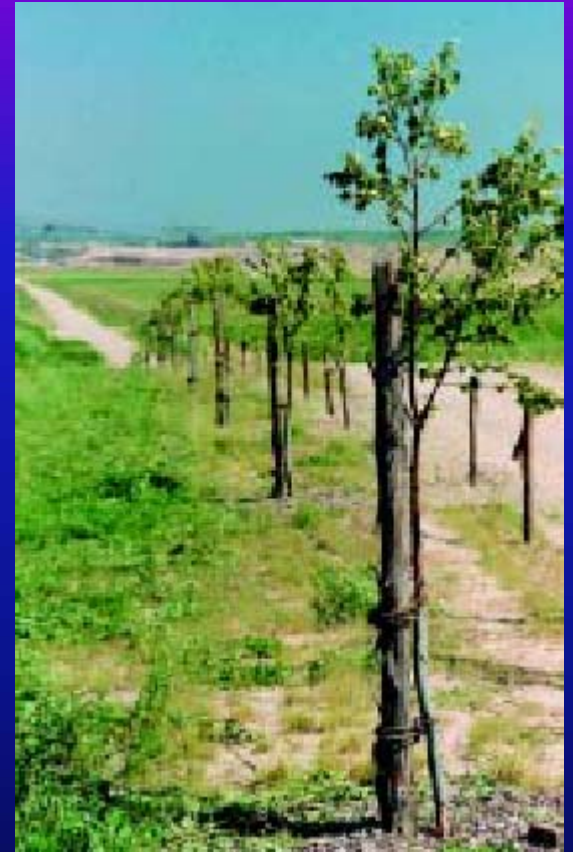
Zukünftige Nutzungsarten im Sanierungsgebiet Meuro (Basis Abschlußbetriebsplan):



Quelle: Daldrop-Weidmann 2003



Rekultivierung von Kippen I



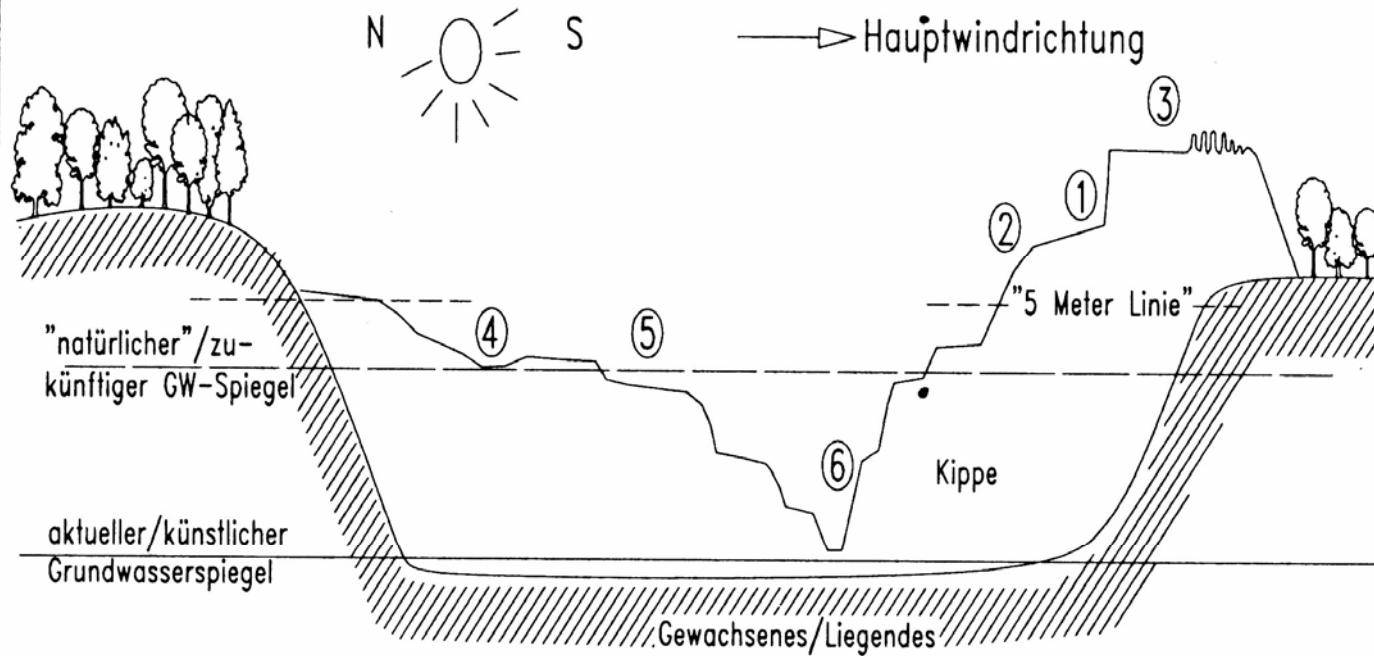
Fotos: LMBV



Rekultivierung von Kippen II

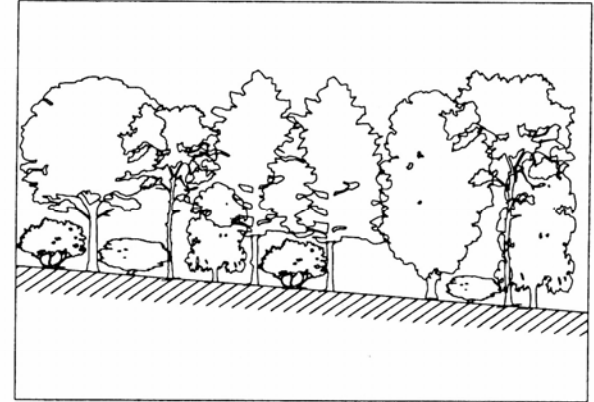
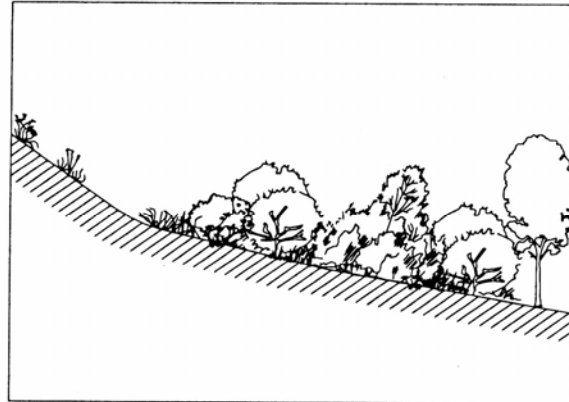
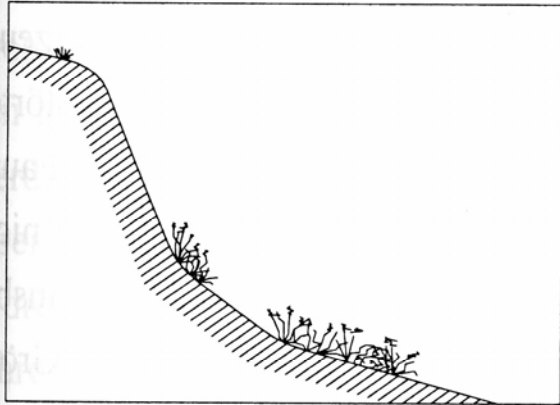


Lage der Standorttypen in der Bergbaufolgelandschaft (schematisch)



- 1 Kippen-Steilkante
- 2 Trockene Klippensteilböschung
- 3 Trockenes Klippenplateau
- 4 Vernässungsbereich
- 5 Flachwasserufer
- 6 Tiefwasserzone

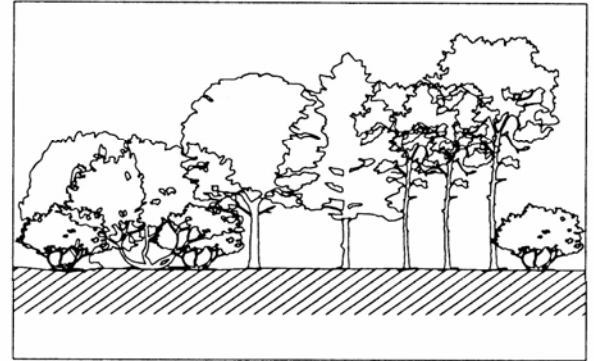
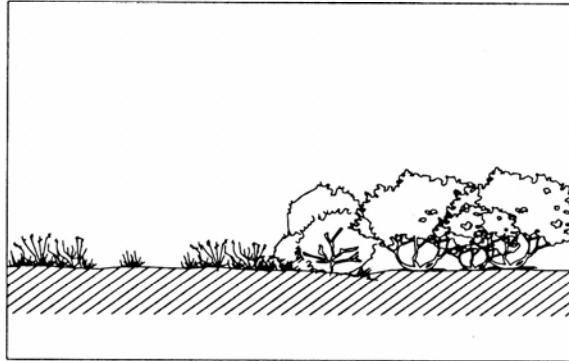
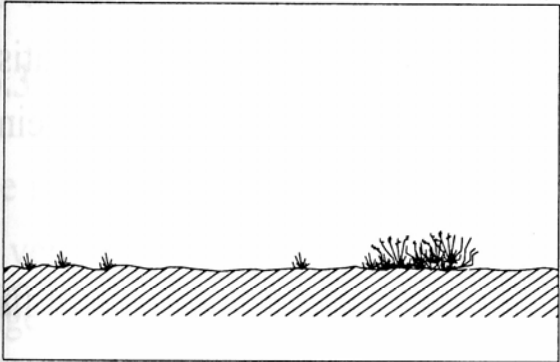
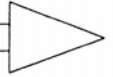
Beispiel Entwicklung Standorttyp 1 – Kippensteilkante



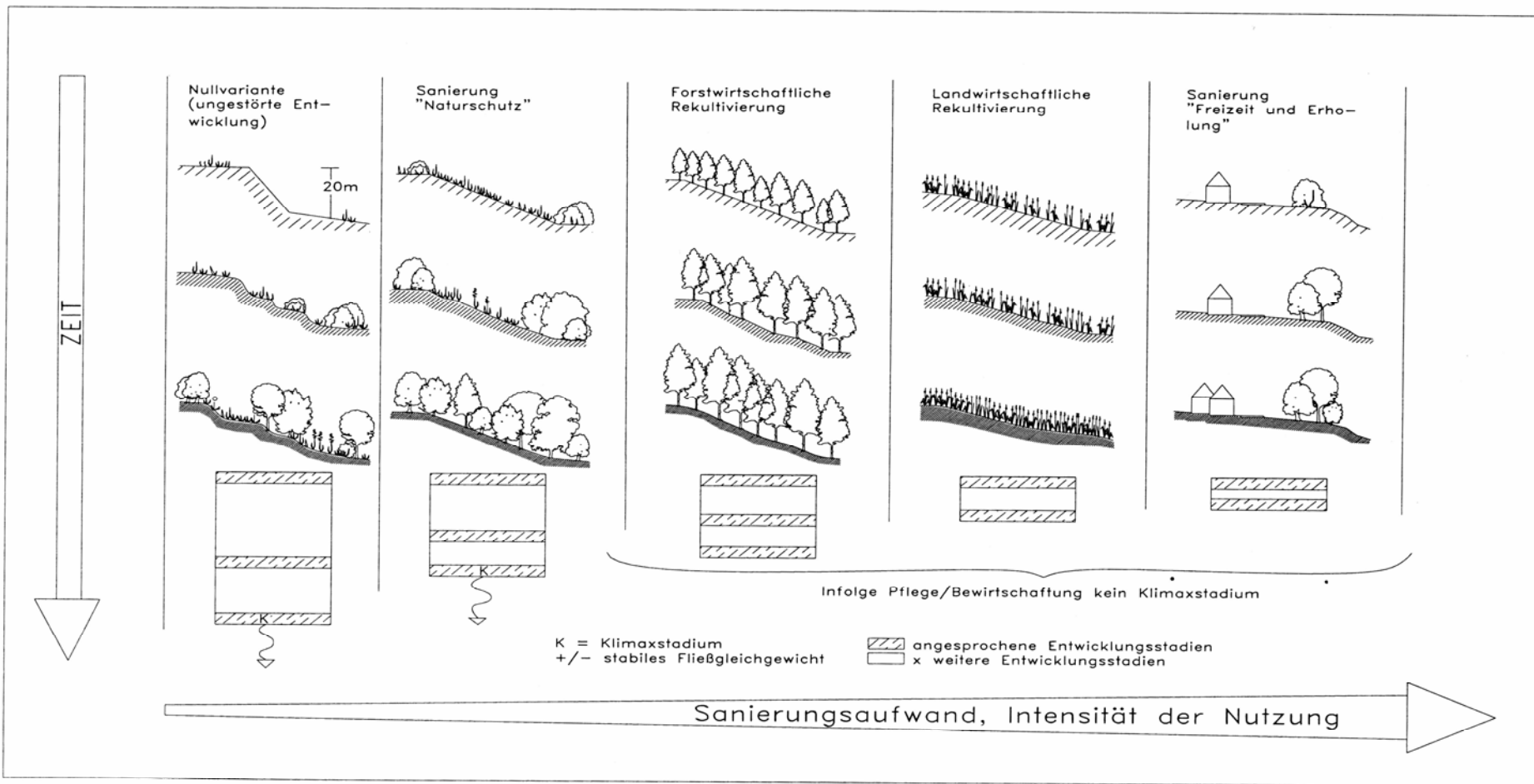
Entwicklung des Standorts (Bodenbildung / Erosion)

ZEIT

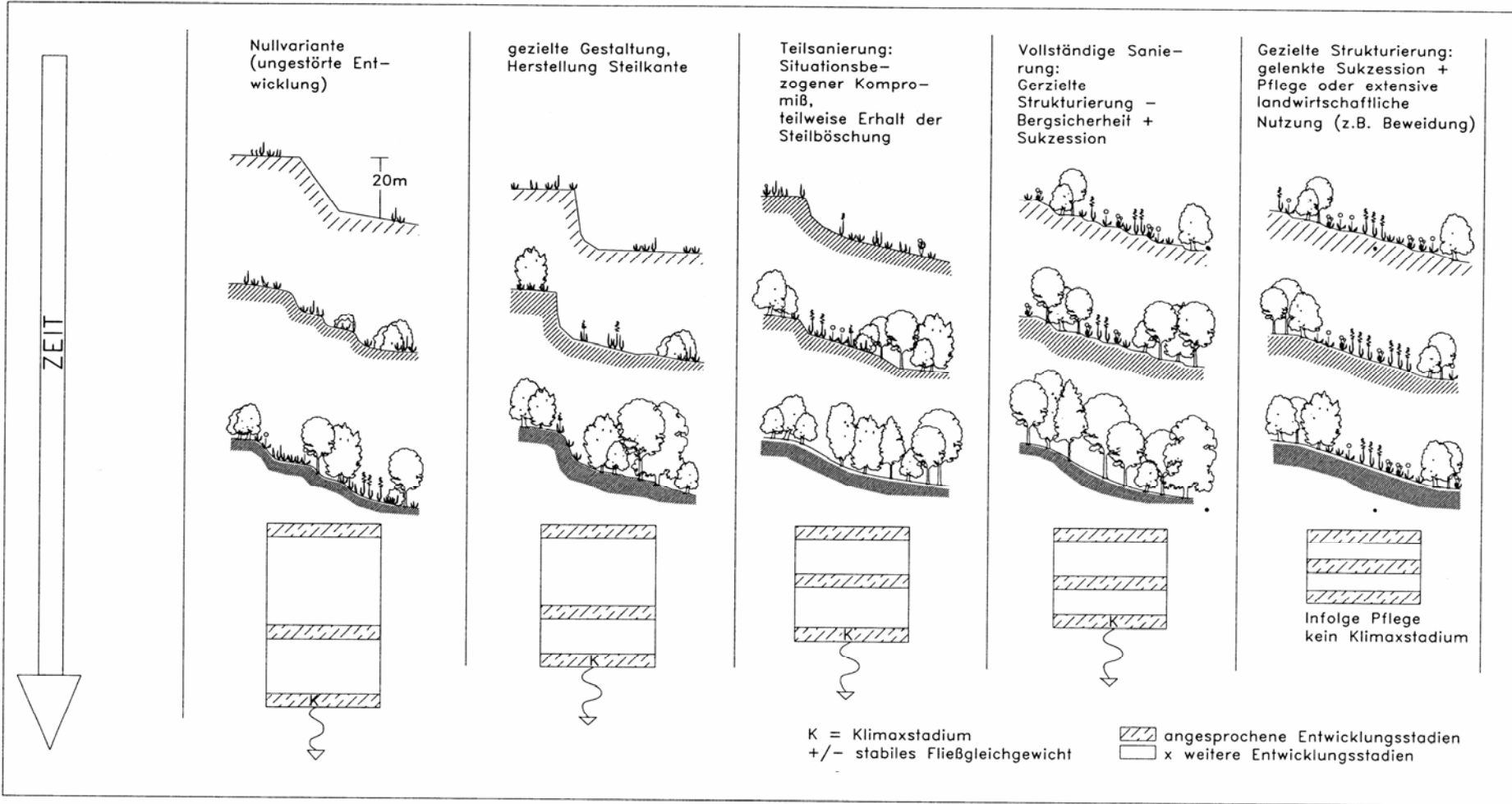
Abfolge verschiedener Sukzessionsstadien (Biotoptypen)



Beispiel Entwicklung Standorttyp 3 – Trockenes Kippenplateau



Anwendung von Vollsaniierungsverfahren am Beispiel von Standorttyp 2 "Trockene Kippensteilböschung"



Anwendung abgestimmter Sanierungsverfahren am Beispiel von Standorttyp 2 "Trockene Kippensteilböschung"

Typ	Biotische Merkmale	Abiotische Merkmale	Ästhetische Merkmale
1. Rohkippen, nackte bis wenig bewachsene Sandflächen	Habitat spezialisierter Orthoptera, Dermaptera und Hymenoptera	spezielles Geotop (trocken, sauer, nährstoffarm), gekennzeichnet durch Winderosion	bizarre Landschaftsformen, Bestandteil der landschaftlichen Eigenart
2. Schütterer Pioniervegetation mit ruderalen Kräutern	Habitat spezialisierter Hymenoptera	Abnahme der oben genannten Prozesse in Richtung Typ 7	offene Landschaft, bunte Blumen
3. Mehr oder weniger geschlossene Kurzgrasrasen mit <i>Corynephorus canescens</i> und xerophytischen Kräutern	große Bedeutung als Nahrungshabitat für Lepidoptera und Hymenoptera-Aculeata, Habitat spezialisierter Heteroptera		offene Landschaft, viele bunte Blumen
4. Hochgrasrasen mit <i>Calamagrostis epigeios</i>	geringste Artdiversität an Pflanzen, große Bedeutung als Korridore für Arthropoden und Kleinsäuger		offene Landschaft
5. Zwergstrauchheiden	spezialisierte Arthropoden		offene Landschaft
6. Vorwald, Gebüsch	hohe Zahl gefährdeter Arten der Orchidaceae und Pyrolaceae, diverse und spezialisierte Arthropodenfauna		Bereicherung des Landschaftsbildes durch Strukturvielfalt und weiche Übergänge
7. Gemischter Kiefern-Birken-Eichen-Wald	geringe Diversität der Pflanzen, hohe Diversität an Singvögeln	hohe Evapotranspiration, minimale Grundwasserneubildung	bei großflächigem Auftreten geringe Sicht und fehlende Randeffekte
8. Einsaaten	sekundär (möglicherweise) hohe Diversität an standorttypischen Pflanzen und blütenbesuchenden Insekten	Erosionsschutz, Bodenverbesserung für spätere Kulturzwecke	offene Landschaft

Zitierte und weiter führende Literatur I

- Abresch, J.-P., E. Gassner & J. v. Korff (2000): Naturschutz und Braunkohlesanierung. – Bundesamt für Naturschutz, Angewandte Landschaftsökologie Heft 27. Bonn-Bad Godesberg.
- Bayerl, G. & D. Maier (2002): Die Niederlausitz vom 18. Jahrhundert bis heute: Eine gestörte Kulturlandschaft? – Münster.
- Beulker, C., R. Deneke, B. Nixdorf, K. Wollmann, D. Leßmann & N. Kamjunke (2004): Trophische Interaktionen in einem sauren Tagebausee (Plessa 117). – Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht 2003, Band II: 737-742.
- Buhmann, E. (2002): Virtuelle GIS-Erfahrung bei der Visualisierung der Entwicklung von Braunkohlefolgelandschaften im Bereich der International Bauausstellung (IBA) Fürst-Pückler-Land. – Quelle: www.mplusm.at/ifg/download/buhmann.pdf (Zugriff: 22.10.2007).
- Daldrop-Weidmann, M. (2003): „Traumlandschaft“. - In: Bayerl, G. & T. Meyer (Hg.), Die Veränderung der Kulturlandschaft. Münster: 273-280.
- Haselhuhn, I. & D. Leßmann (2005): Rahmenbedingungen der Entwicklung der Lausitzer Bergbaufolgelandschaft, insbesondere der Entstehung und des Managements von Tagebauseen. – BTU Cottbus, Aktuelle Reihe 2/2005, Teil 1.
- Geller, W. (2004): Vortrag „Typisierung und natürliche Referenzsysteme für schwefelsaure Bergbauseen“ auf dem KoBio-Workshop „Künstliche Gewässer - Typologie, Bewertung und Konstruktion des ökologischen Potenzials“ am 08. und 09.11.2004 an der Universität Duisburg-Essen.
- Geller, W., Klapper, H. & Salomons, W. (Hg.) (1998): Acidic Mining Lakes. – Springer-Verlag, Berlin.
- Lausitzer Braunkohle AG (LAUBAG): Drei Jahrhunderte Lausitzer Braunkohlebergbau. – Bautzen.
- Leßmann, D. & B. Nixdorf (2002): Probleme der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie bei Tagebauseen. – BTU Cottbus, Aktuelle Reihe 5/02: 147-159.
- Lessmann, D., A. Fyson & B. Nixdorf (2000): Phytoplankton of the extremely acidic mining lakes of Lusatia (Germany) with $\text{pH} \leq 3$. – Hydrobiologia 433: 123-128.
- Lessmann, D., W. Uhlmann, U. Grünwald & B. Nixdorf (2003): Sustainability of the flooding of lignite mining lakes as a remediation technique against acidification in the Lusatian mining district, Germany. – Proceedings of the 6th International Conference on Acid Rock Drainage, Cairns/Australia: 521-527.
- Nixdorf, B. & R. Deneke (Hg.) (2004): Grundlagen und Maßnahmen zur biogenen Alkalinisierung von sauren Tagebauseen. – Weißensee Verlag, Berlin.

Zitierte und weiter führende Literatur II

- Nixdorf, B., M. Hemm, A. Schlundt, M. Kapfer & H. Krumbeck (2001): Tagebauseen in Deutschland - ein Überblick. – Umweltbundesamt, UBA-Texte 35/01.
- Nixdorf, B., D. Lessmann & C.E.W. Steinberg (2003): The importance of chemical buffering for pelagic and benthic colonization in acidic waters. – *Water, Air, and Soil Pollution* 3: 27-46.
- Nixdorf, B., D. Lessmann & R. Deneke (2005): Mining lakes in a disturbed landscape: Application of the EC Water Framework Directive and future management strategies. – *Ecological Engineering* 24: 67-73.
- Rümmler, F. (2001): Fische und Fischerei in Braunkohletagebaurestseen. – *Arbeiten des Deutschen Fischerei-Verbandes* 77: 86-106.
- Totsche, O., R. Pöthig, W. Uhlmann, H. Büttcher, C.E.W. Steinberg (2003): Buffering mechanisms in acidic mining lakes - A model-based analysis. – *Aquatic geochemistry* 9(4): 343-359.
- Uhlmann, W., C. Nitsche, V. Neumann, I. Guderitz, D. Leßmann, B. Nixdorf & M. Hemm (2001): Tagebauseen: Wasserbeschaffenheit und wassergütewirtschaftliche Sanierung – Konzeptionelle Vorstellungen und erste Erfahrungen. – Landesumweltamt Brandenburg, Studien und Tagungsberichte, Band 35.
- Uhlmann, W., H. Büttcher & M. Schulze (2004): Grundlagen der chemischen und biologischen Alkalinisierung saurer Tagebauseen. – In: B. Nixdorf & R. Deneke (Hg.), *Grundlagen zur biogenen Alkalinisierung von sauren Tagebauseen*. Weißensee-Verlag, Berlin: 13-35.
- Wollmann, K. & R. Deneke (2004): Nahrungsnetze in sauren Tagebauseen: Die Rolle der Konsumenten und die Entwicklung der Biodiversität im Zuge der Neutralisierung. – In: B. Nixdorf & R. Deneke (Hg.), *Grundlagen zur biogenen Alkalinisierung von sauren Tagebauseen*. Weißensee-Verlag, Berlin: 199-218.